



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV EKONOMIKY

INSTITUTE OF ECONOMICS

MODEL VÝVOJE ČESKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

MODEL OF DEVELOPMENT OF THE CZECH AGRICULTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Dagmar Gálová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav ekonomiky
Studentka: **Bc. Dagmar Gálová**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Podnikové finance a obchod
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Model vývoje českého zemědělství

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Globálním cílem práce je vytvořit model vývoje českého zemědělství ve vztahu k měnícím se podmínkám prostředí. Parciálními cíle je vytvoření datové základny a definice metodického řešení, výpočtová část a diskuse k výsledkům.

Základní literární prameny:

DOUGHERTY, CH. Introduction to Econometrics. 3. vyd. Oxford: Oxford University Press, 2007. 480 s. ISBN 978-0-19-928096-4.

FREEDMAN, D.A. Statistical Models: Theory and Practice. 2. vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, 458 s. ISBN 978-0521743853.

HINDLS, R. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.

HUŠEK, R. Ekonometrická analýza. 1.vyd. Praha: Oeconomica, 2007. 368s. ISBN 978-80-245-1-00-3.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. Ing. Tomáš Meluzín, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá identifikací klíčových faktorů, ovlivňujících výkonnost a produkci českého zemědělství. Práce je rozdělena do tří částí. První sumarizuje teoreticky známé koncepty pro tvorbu modelů vývoje s přihlédnutím k historickým souvislostem. Druhá část vytváří datovou základnu pro další zpracování. Třetí část práce je výpočtová, formuluje konkrétní numerické modely možného vývoje. Součástí této kapitoly je diskuse o výsledcích a definice možných omezení.

Abstract

The main goal this master thesis is the identification of key factors influencing the performance and production of Czech agriculture. The work contains into three parts. First part summarizes theoretically background concepts for construction models with looking historical contexts. The second part builds a data base for another work. The third part of the thesis is computational, formulates specific numerical models of possible answer. This part contains a discussion of the results and definitions of possible limits.

Klíčová slova

zemědělství, produkce, trendy, ekonometrie, vícefaktorová regrese

Key words

agriculture, production, trends, econometric, multiple regression

Bibliografická citace

GÁLOVÁ, D. Model vývoje českého zemědělství. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 90 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 25. května 2017

.....

Bc. Dagmar Gálová

OBSAH

ÚVOD	8
1 CÍL PRÁCE A METODIKA ZPRACOVÁNÍ	10
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	13
2.1 MODEL Y PRODUKČNÍCH FUNKCÍ	14
2.2 PROGNOTICKÉ METODY	17
2.2.1 <i>Modely ekonomického prostředí</i>	17
2.2.2 <i>Manažerské metody prognózování</i>	18
2.2.2.1 Časové řady - Extrapolace trendů.....	19
2.3 EKONOMETRICKÉ MODELOVÁNÍ.....	20
2.4 TYPY DAT	22
2.4.1 <i>Časová data</i>	22
2.4.2 <i>Průřezová data</i>	23
2.4.3 <i>Panelová data</i>	23
2.4.4 <i>Standardní model lineární regrese</i>	24
2.4.5 <i>Dvoustupňová metoda nejmenších čtverců</i>	27
2.4.6 <i>Vlastnosti odhadu metodou nejmenších čtverců</i>	29
2.5 CHARAKTERISTIKA VÝVOJE ČESKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ.....	31
2.5.1 <i>Vývoj po roce 1989</i>	33
2.5.2 <i>Specifika zemědělství v ČR</i>	35
2.5.3 <i>Trendy v mechanizaci</i>	37
3 TVORBA DATOVÉ ZÁKLADNY	39
3.1 FYZICKÁ PRODUKCE V ČESKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ	39
3.2 MAKROEKONOMICKÉ UKAZATELE.....	44
3.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY	47
3.4 DEMOGRAFICKÉ FAKTORY	51
3.5 TECHNOLOGICKÉ FAKTORY	54
4 TVORBA PREDIKČNÍHO MODELU	59
4.1 KORELAČNÍ MATICE	59
4.2 TEST STACIONARITY	62
4.3 MODEL VÍCENÁSOBNÉ REGRESE	64
4.3.1 <i>Multikolinearita</i>	65
4.3.2 <i>Homoskedasticita dat</i>	67
4.3.3 <i>Vlastní regresní model</i>	69
4.3.3.1 Model produkce pšenice.....	70
4.3.3.2 Model produkce ječmenu	71
4.3.3.3 Model produkce cukrovky.....	72
4.3.3.4 Model produkce řepky.....	73
4.3.3.5 Model produkce kukuřice nazeleno.....	74
4.3.3.6 Model produkce skotu.....	75
4.3.3.7 Model produkce drůbeže	76
4.3.3.8 Model produkce vajec	77
5 SOUHRN VÝSLEDKŮ A DISKUSE.....	78
6 ZÁVĚR	81
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	83
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	85
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	86
10 SEZNAM TABULEK.....	87

11	SEZNAM GRAFŮ	89
----	--------------------	----

Úvod

Zemědělství je nedílnou součástí historie lidstva už od nepaměti. Patří k odvětvím, které nejsou z pohledu celkového produktu až tak zajímavé. To ale neznamená, že změny, ke kterým zde dochází nejsou pro společnost důležité. Pouze nepatří mezi ty, které jsou poměrně často zmiňovány v masmédiích. Ale každého obyvatele České republiky zemědělství buď přímo, nebo nepřímo ovlivňuje. Ať již nakupuje chléb v supermarketu, nebo doma na zahrádce pěstuje brambory, obě tyto činnosti jsou přímo ovlivněny jak výkonností zemědělství, tak i změnami technologií v této oblasti. Podobně je na tom estetická stránka prostředí, vzhled krajiny. Výše uvedené jednoznačně sumarizuje to, že zemědělství se stalo nedílnou součástí života společnosti.

Mezi základní manažerské dovednosti bezesporu patří formulace modelů vývoje. Tedy, identifikovat ty změny, které zásadním způsobem ovlivňují jiné procesy či jiné činnosti. Pouze tento postup pak následně umožňuje to, že aktér je připraven na možné scénáře vývoje, případně je schopen negativní faktory eliminovat či alespoň omezit. Bez tvorby příslušného prognostického modelu by ale toho nebyl nikdy schopen. Proto obecně model vývoje snižuje neurčitost budoucích rozhodování, i když samozřejmě není univerzální „křišťálovou koulí“, která zná odpověď na všechny otázky.

Tato diplomová práce se pokusí takový predikční model formulovat. Bude postavena na prostředí České republiky, i když v některých částech je komparace se zahraničím nezbytná. Z pohledu kvality a kvantity ukazatelů budou vybrány takové, které ve svém hodnocení nemohou nabízet žádný alternativní vývoj, půjde tedy o ukazatele kvantitativní. Vzhledem k rozsahu práce bude datová základna omezena pouze na Českou republiku, nebudou zkoumány možné trendy vývoje v menších oblastech, např. v krajích či okresech. Klíčem nebude ani dělení do jednotlivých zemědělských oblastí. Tento postup hledá oporu v tom, že data z národního hospodářství svojí koncepcí sama eliminují nedůležité faktory. Po rozšíření by byl ovšem obecný model jistě použitelný i na specifickou oblast.

Motivací pro takto zvolené téma diplomové práce je zájem autorky o danou problematiku a dále i to, že takto koncipovaná práce zatím nebyla na FP VUT v Brně zpracována. Netradiční oblast tedy snad bude přinášet nové poznatky k problematice prognostických modelů.

1 Cíl práce a metodika zpracování

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření numerického modelu vývoje českého zemědělství. Cílem je vytvoření modelu univerzálního, pokud možno široce využitelného a určeného pro zkvalitnění rozhodování managementů zemědělských podniků.

K splnění hlavního cíle je nutno definovat a naplnit i cíle dílčí, parciální. Mezi ně patří:

1. Sumarizace nejnovějších poznatků z oblasti ekonomického modelování, vývojových trendů v zemědělství a to jak technologických, tak i socioekonomických.
2. Vytvoření datové základny pro budoucí modelování, případná úprava dat tak, aby byla použitelná pro další aplikační postup.
3. Formulace možných prognostických modelů postavených na kvantitativním modelování, testování těchto modelů, případné úpravy.
4. Kritické zhodnocení navrženého postupu, identifikace slabých stránek, případný návrh na zlepšení.

Při zpracování a řešení diplomové práce bude využito poznatků z oblasti systémových vědních disciplín a z oblasti vědeckých výzkumů. Systémový přístup je takový tvůrčí způsob myšlení, aplikovaný na lidské činnosti spojené s řešením problémů, který respektuje základní systémové atributy. Systémový přístup nepředpokládá existenci speciálních metod, formálního aparátu a technických prostředků pro práci se systémy. Systémový přístup lze uplatnit při zkoumání předmětů či řešení problémů spadajících do libovolné z přírodních, technických či společenských disciplín. Zejména je vhodný pro řešení interdisciplinárních a transdisciplinárních problémů. Systémový přístup nemá své vlastní specifické metody, k řešení určitého problému se obvykle přebírají a vhodně kombinují metody různých ostatních disciplín.

Modelování je jednou z teoretických metod vědeckého zkoumání a představuje jednu z nejstarších metod poznání okolního světa, která nejdříve vycházela z prostého napodobování jevů v přírodě a dlouhodobým vývojem dospěla až k modelování na principu geometrické podobnosti.

Potřeba modelování vzniká tehdy, jestliže bezprostřední zkoumání samotného objektu je nemožné, obtížné, nákladné, nebo vyžaduje příliš dlouhou dobu atd. Vztah mezi modelem a originálem odpovídá určitým požadavkům: je mezi nimi vztah shody, jehož forma je jasně vyjádřena; v procesu vědeckého poznávání model nahrazuje originál; studium modelu poskytuje informace o originálu. Model systému by měl mít následující funkce:

- Funkce poznávací.
- Funkce ověřovací.
- Funkce dokumentační.

Pro postup při modelování jsou charakteristické operace procesu modelového experimentu. Na tento cyklus se můžeme podívat jako na spojení tří fází:

- Abstrakce.
- Dedukce.
- Realizace.

Tyto fáze jedna přechází do druhé a zároveň se prolínají. Úspěch při modelování závisí také na tom, jestli celý cyklus proběhl ve vzájemné návaznosti a koordinaci uvedených třech fází. Účelnou formou zobrazení tohoto cyklu je obrázek 1.

Analýza – tato etapa usiluje o celistvý a komplexní pohled na vyšetřovaný systém. Účelem analýzy je získávat celistvý a komplexní pohled na vlastnosti a vztahy postupně od celku k částem. Analýza umožňuje odhalovat různé stránky a vlastnosti jevů a procesů, jejich stavbu, vyčleňovat jejich etapy, rozporné tendence a podobně.

Syntéza - znamená postupovat od části k celku. Syntéza systému představuje tvorbu (projektování) nového systému z částí, poznaných aplikací systémové analýzy. Syntéza však není pouhé skládání jednotlivých částí, je to činnost vedoucí k odhalení nových vztahů, zákonitostí.

Dedukce - způsob myšlení, při němž od obecnějších závěrů, tvrzení a soudů přecházíme k méně obecným. Při deduktivním myšlenkovém pochodu postupujeme obráceně než při induktivním. Usuzujeme z obecně platných principů na zvláštní. Vycházíme tedy ze známých, ověřených a obecně platných závěrů a aplikujeme je na neprozkoumané jednotlivé případy.

Abstrakce –myšlenkový proces spočívající v tom, že k různým objektům nebo jejich vlastnostem, které se vzájemně odlišují, avšak mají společné znaky, se vytvoří ve vědomí objekt, obsahující jen společné znaky. Tomuto objektu přiřadí subjekt jméno, které je pak označením celé třídy objektů nebo jejich vlastností. Abstrakce tedy vede k vytváření pojmů, které jsou přiřazeny třídám reálných objektů nebo jejich vlastností.

definováno, z jakých produkčních funkcí z pohledu teoretické ekonomie lze vycházet a jaké proměnné tyto funkce obsahují. V návaznosti na ni, pak bude pokračováno bližším představením konkrétního postupu, který bude řešen ve výpočtové části. Autorka se bude snažit definovat rozdílné postupy predikce, vycházející z rozdílnosti ekonomických prostředí.

2.1 Modely produkčních funkcí

Jako základní produkční faktory se v teoretické ekonomii uvažují půda S , práce L a kapitál K . V zájmu co nejjednodušších představ a instrumentů se půda, zvláště při zkoumání jevů mimo zemědělské odvětví, považuje za konstantu, zahrnutou buď do kapitálu nebo do veličiny udávající produkční účinnost obou zbývajících vstupů. Je také možné vycházet z realistického předpokladu o nízké půdní elasticitě produkce $(\delta Q/\delta S)*(S/Q)$ ve srovnání s elasticitami produkce kapitálu $(\delta Q/\delta K)*(K/Q)$ a práce $(\delta Q/\delta L)*(L/Q)$ a v produkční funkci dále uvedeného typu Cobba a Douglassa se pak vliv půdy na produkci ukáže jako zanedbatelný.

V některých případech, kdy se chce zdůraznit potenciální vliv odborné výchovy a vzdělávání na ekonomickou produkci (a na její růst, o němž bude řeč v dalších kapitolách), se jako zvláštní vstup výjimečně uvažuje i lidský kapitál, označovaný v příslušných matematických výrazech obvykle písmenem H . Do tohoto vstupu se zahrnují nejen přirozené schopnosti a talent pracovníků, ale také znalosti a dovednosti získané vzděláváním. Získá se činitel umožňující podrobnější a analytičtější zkoumání produkce a vlivu produkčních faktorů, není však příliš používán. Běžnější je zohlednit znalosti a zkušenosti zaměstnanců na bázi dvoufaktorového modelu, a to způsoby obvyklými při studiu technického rozvoje, jak bude uvedeno dále.

Jako výstižnější základ produkčních modelů se však většinou považují multiplikativně uspořádané funkce. Z nich nejpoužívanější je Cobbova a Douglasova produkční funkce.²

$$Q = A * K^a * L^b$$

² COBB, Charles W.; DOUGLAS, Paul H. A theory of production. *The American Economic Review*, 1928, 18.1: 139-165.

Konstanta A představuje produkční účinnost multiplikativně uspořádané dvojice faktorů kapitálu a práce. Jsou-li exponenciální činitele a a b konstantní, je závislost produkce na dvojici vstupů, uspořádané způsobem uvedeným v předchozí rovnici, v podstatě lineární. To může být v rozporu s některými pozorováními, např. s tvarem nákladových funkcí, známých z mikroekonomie. Jím odpovídá složitější závislost, která bude probrána později.

Diferencováním a dalšími úpravami rovnice je možné zjistit, že exponenciální koeficient a charakterizuje kapitálovou elasticitu produkce a koeficient b zase pracovní elasticitu produkce

$$a = (\delta Q/Q) : (\delta K/K)$$

$$b = (\delta Q/Q) : (\delta L/L)$$

Ty určují procentuální změnu produkce při ceteris paribus jednoprocentní změně kapitálu (koeficient a) nebo práce (koeficient b). Součet obou elasticit (a obou exponenciálních činitelů v produkční funkci) má hodnotu kolem jedné a podrobněji pak podle toho, zda jde o případ:

- konstantních výnosů z rozsahu ($a + b = 1$)
- rostoucích výnosů z rozsahu ($a + b > 1$)
- klesajících výnosů z rozsahu ($a + b < 1$).

Americký ekonom *R.M.Solow* navázal na řadu svých předchůdců a v r. 1956 publikoval článek „*A Contribution to the Theory of Economic Growth*“³, v němž prezentoval model hospodářského růstu založený na do té doby obvyklé substituci práce kapitálem a na technickém pokroku spočívajícím ve změně technologie produkce. Model odpovídající tomuto poslednímu jevu byl vyjádřen vztahem, který pro lepší návaznost na dřívější kapitoly je zde uveden se symbolikou odpovídající dosavadní:

$$Q = A * K^a * L^b * e^{\rho t}$$

³ Gonda V.: Robert M.Solow, Profiles of World Economists, BIATEC, Volume XIII, 11/2005

Výraz $e^{\rho t}$ vyjadřuje právě ekonomický růst produkce Q , způsobovaný technickým pokrokem. Konstanta ρ je exponenciální růstová konstanta a t je zde čas.⁴

Technický rozvoj se od té doby začal intenzivně zkoumat. Podporovaly jej a těžily z něho zejména dostatečně velké, většinou mezinárodně působící firmy. Dalším hnacím motorem zájmu o tato témata však byla též snaha států rozvinout svou vědeckotechnickou politiku a mj. věnovat veřejně financované vědě, ze svých vždycky omezených rozpočtů, prostředky v míře stanovené co nejracionálněji, tj. v takové, jež by přinášela hodnoty relativně vyšší.

Systematika všech získaných poznatků došla k představě různých forem technického rozvoje, z nichž budou nyní stručně prezentovány jen ty nejdůležitější.

Za základní rozlišovací typy se dají pokládat technický pokrok nezpředmětněný (*disembodied*) a zpředmětněný (*embodied*). Nezpředmětněný technický pokrok je možné aplikovat rovnoměrně a stejně na všechny zdroje vstupující do transformace vedoucí k produktu. Zaveden do zjednodušeného modelu předpokládá tento typ, že spotřeba produkce i vstupující kapitál a práce jsou homogenní, a že funkce popisující technický rozvoj v obecné podobě je spojitá a hladká (její křivka má v každém bodě tečnu), a že také objemy kapitálu i práce se mění spojitě. Ke klasické Cobbově a Douglasově funkci v tom smyslu Solow⁵ připojil „reziduální složku“ $e^{\rho t}$, kterou je možné chápat jako faktor dynamizující konstantu celkové účinnosti A podle rovnice

$$A = A_0 * e^{\rho t}$$

Koeficient účinnosti A je v této úpravě spojitou funkcí času. Roste s ním exponenciálně, a to rychlostí odpovídající konstantě ρ , jež má obecně rozměr čas⁻¹. Symbol A_0 odpovídá velikosti konstanty A na počátku sledování, tj. v situaci $t = 0$.

Zpředmětněný technický pokrok je založen na představě⁶, že ke změnám nedochází u všech zdrojů, ale pouze u některých, a že ani kapitál ani práce nemusí být homogenní, ale že se mohou skládat z několika vrstev nebo generací, z nichž některé jsou produkčně

⁴ KLAUS, Václav.: Úloha vědy a výzkumu v procesu ekonomického růstu, *Předpoklady rozvoje vědy a techniky* 1975, č. 5, str. 23 až 35

⁵ SOLOW, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 1956, 70.1: 65-94.

⁶ ALLEN, Roy George Douglas. *Macro-economic theory: a mathematical treatment*. 1967.

účinnější než jiné. Na představě účinnějších a méně účinných vrstev jednoho nebo druhého faktoru je založena charakteristika tohoto typu a jeho odlišnost od pokroku nezpředmětněného. Má se za to, že idea zpředmětněného technického pokroku není vhodná pro případy, kdy poměr produkce a kapitálu, nebo produkce a práce, jsou konstantní.⁷

2.2 Prognostické metody

Obecně lze rozdělit prognostické metody využitelné pro firemní prostředí do dvou skupin:

- Metody používající ekonometrický (formalizovaný) přístup, založený na využití některé statisticko-matematické metody;
- Metody empirické, verbální, které nejsou systematicky opřeny o formalizovaný přístup.

Tato klasifikace ve své podstatě vymezuje krajní přístupy, které bývají zpravidla kombinovány.

Jiným hlediskem klasifikace prognostických metod je hledisko stupně determinace budoucího vývoje dosavadními vývojovými tendencemi. Rozlišujeme prognózy genetické (inerční), opírající se o extrapolaci vývojového trendu z minulosti do budoucnosti a prognózy cílové (normativní), naznačující alternativní způsoby přechodu od existujících tendencí ke kvalitativně jiným cílovým tendencím v budoucnosti.⁸

2.2.1 Modely ekonomického prostředí

Základem rozpoznávání je systémová analýza tj. oblast studia obtížně pozorovatelných objektů, procesů a jejich vlastností a problémů. Do této skupiny patří složité technické, přírodovědné a ekonomické systémy.⁹

⁷ LUŇÁČEK, J.; HERALECKÝ, T. Model podnikové produkce při nedostatku těžiskové práce. Scientia& Societas, 2011, roč. 7, č. 1, s. 160-172. ISSN: 1801- 7118

⁸ http://www.alkut.cz/rap_hm/reap05.htm#kap15

⁹ JANČAROVÁ, Vlasta; ROSICKÝ, Antonín. Úvod do systémových věd. Vysoká škola ekonomická, 1992.

Systémová analýza zkoumá systémy, které mají tyto vlastnosti: celistvost objektu, rozložitelnost na části, existence vazeb mezi částmi, interakce objektu jako celku s okolím, dynamičnost objektu, apod. Hlavními kroky systémové analýzy jsou: analýza problémové situace, formulace problému a jeho řešení, definování systému a jeho identifikace a zobrazení, analýza a syntéza podsystémů, interpretace a konečně modelování a realizace nového systému.

Identifikace systému klasicky probíhá v následujících krocích;

- základní rozpoznání objektu a jeho problémové situace,
- simplifikace objektu,
- definování a rozpoznání systému.

Při identifikaci systému a následné tvorbě jeho modelu obvykle získáváme údaje:

- kvantifikovatelné - jejich množinu můžeme uspořádat podle definovaných kritérií. Vytvořený stavový prostor kvantifikovatelných údajů může vytvářet prostředí deterministického modelu nebo stochastického,
- kvalitativní – jejich množinu můžeme vhodnými metodami uspořádat a vytvořit prostředí popsitelné (metodami umělé inteligence) nebo nepopsitelné současnými prostředky (nerozpoznatelné stavy systému).

Vlastní proces rozpoznávání objektu – zde ekonomického prostředí - lze provádět jako rozpoznávání scény nebo rozpoznávání prostředí. Pro rozpoznávání lze využít sociotechnických nebo technických prostředků rozpoznávání (dotazníky, kamery, Internet,..).

2.2.2 Manažerské metody prognózování

Prognostická praxe dnes již uplatňuje velké množství různých přístupů a metod (formalizovaných, expertních, intuitivních ap.). K dispozici má také celou řadu ověřených modelů pomocí nichž lze řešit i velmi složité úlohy. Toto množství metod je ještě znásobeno běžnou praxí jejich vzájemné kombinace, nebo jejich prolínání.

Do dále uvedených vybraných metod jsou zařazeny metody resp. skupiny metod, které jsou často používány a které již prokázaly, že lze při jejich správném použití dosáhnout kvalitních výsledků. Jmenovitě to jsou:

- Extrapolace trendů
- Expertní metoda
- Brainstorming (základní, intuitivní a destruktivní)
- Delfská metoda¹⁰

Vzhledem na měření práce bude autorkou dále popsána pouze analýza trendů, pro ostatní metody nejsou bohužel splněny podmínky týmu hodnotitelů.

2.2.2.1 Časové řady - Extrapolace trendů

Časová řada je posloupnost hodnot určitého ukazatele, které jsou uspořádány v čase. Může jít jak o veličiny stavové, tak tokové, ale tady by pak časové intervaly měly být stejně dlouhé, není-li tomu tak, je třeba je vážit délkou období. Předpokladem pro provedení úspěšné analýzy časové řady je dostatečně dlouhá řada minulých hodnot a stabilita podmínek, resp. kontinuita vývoje. Názornou pomůckou pro sledování časových řad je jejich grafické znázornění, umožňuje odlišit to, co je typické od náhodného.

Časové řady lze obecně rozdělit na 4 základní složky, o nichž předpokládáme, že jsou výsledkem působení čtyř forem časového pohybu;

- **trend** (dlouhodobý směr vývoje) - růst, pokles, stagnace,
- cyklické kolísání (období delší než 1 rok), - **cyklický trend**,
- sezónní kolísání (pravidelně se opakující vlivy uvnitř roku) – **sezónní trend**
- nahodilé kolísání – **náhodný trend**.

Pro reálné modely se většinou definuje pouze trend a sezónní trend, cyklické kolísání je na mikroúrovni těžko přesně postižitelné, ekonomické cykly se stále zkracují, respektive nemusí být vždy odhaleny.

¹⁰ MIKOVCOVÁ, Hana. *Controlling v praxi*. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007.

Charakteristiky obecné časové řady pak je, respektive lze určovat pro další zpracování;

- chronologický průměr (obecná úroveň, na které se pohybují ukazatele časové řady),
- průměrný absolutní přírůstek (průměrný rozdíl po sobě jdoucích hodnot),
- relativní přírůstek (absolutní přírůstek vztažený k základní hodnotě),
- koeficienty tempa růstu (bezrozměrné číslo vyjádřené jako podíl po sobě jdoucích hodnot),
- průměrný koeficient růstu.

Pro úspěšnou prognózu je nutné odlišit komponenty časové řady, pokud je nalezen trend, pak prognóza může být provedena jako protažení trendu do budoucnosti. Extrapolace trendů je metodou umožňující předpovědět průběh nějakého jevu z jeho dosavadního vývoje. Omezením je pouze to, že faktory působící v minulosti budou stejné i v budoucnosti.

Výpočet extrapolace trendů je možno korigovat klouzavým algoritmem, kdy jsou ze souboru dat vypuštěna data časově nejstarší a postupně doplňována data nejaktuálnější, čímž je budoucí trend opravován.¹¹

Touto metodou je prognóza zpracovávána zpravidla v těchto krocích, respektive v jejich kombinaci:

1. Vytvoření souboru relevantních údajů o zkoumaném jevu
2. Odhad regresní čáry
3. Výpočet regresní funkce z dat platného souboru
4. Výpočet trendu (téže funkce) mimo obor platných dat
5. Ověření a zpřesnění trendu
6. Tvorba rozhodnutí na základě nalezeného trendu

2.3 *Ekonometrické modelování*

Standardní posloupnost při tvorbě ekonometrického modelu je následující:

¹¹ MIKOVCOVÁ, Hana. Controlling v praxi. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007.

1. Definice podmínek prostředí, stavu či skutečnosti.
2. Formulace teoretického modelu, respektive ztotožnění se známým modelem – definice prostředí.
3. Vytvoření datové základny, případná úprava dat.
4. Odhad chování modelu - výpočtová část, ladění modelu.
5. Statistická verifikace modelu, porovnání s kritickými hodnotami.
6. Interpretace modelu či případné změny v parametrech modelu či datové základně, možné změny v návaznosti na předchozí body.
7. Praktické využití modelu, publikace výsledků.

Vždy je ale třeba pamatovat, že ekonometrická konstrukce modelu je iterativní proces, kdy často „metodou pokusů a omylů“ dospějeme k finálnímu modelu zcela odlišnému od počáteční představy. I přes jednoznačnost postupu může dojít k situaci, že různí analytici provádějící nezávisle na sobě analýzu téhož problému s týmiž daty mohou nakonec dospět k formálně velmi odlišným modelům, které by ovšem měly implikovat podobné praktické závěry. Jednotlivé kroky tohoto algoritmu je proto nutno brát pouze obecně. Podrobnější definice postupu je pak následující:¹²

Krok 1: Jednoznačná formulace finančního problému, který chceme řešit (tj. vymezení příslušného teoretického rámce a vyhledání případných předchozích pokusů o řešení tohoto či podobného problému).

Krok 2: Formulace teoretického modelu adekvátního finanční teorii z předchozího kroku (většinou je nutné se spokojit s určitým stupněm aproximace a neočekávat, že model věrně zachytí všechny relevantní teoretické vztahy; často se zde také uplatní zkušenost a intuice analytika).

Krok 3: Vyhledání vhodných finančních dat, která jsou buď zadána či známa k analýze, nebo se musí opravdu vyhledat (často od nějakého profesionálního poskytovatele typu analytických firem či ČSU nebo EuroStat).

Krok 4: Volba vhodné odhadové metody (většinou je ovlivněná softwarem, který máme k dispozici) včetně ověření předpokladů vyžadovaných zvolenou metodou.

Krok 5: Statistická verifikace odhadnutého modelu je většinou statistický test (na dané hladině významnosti), zda odhadnutý model je statisticky kompatibilní s použitými

¹² CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008.

daty. Pokud není kompatibilní, je nutné revidovat kroky 2, 3 a 4 (přeformulovat model, použít větší vzorek dat, zvolit jinou odhadovou metodu apod.); pokud je kompatibilní, následuje krok 6.

Krok 6: Interpretace modelu je věcné posouzení, zda odhadnutý model je prakticky kompatibilní s realitou (např. znaménka a absolutní velikost odhadnutých parametrů, platnost apriorních omezení apod.). Pokud není kompatibilní, je opět nutné revidovat kroky 2, 3 a 4; pokud je kompatibilní, následuje krok 7.

Krok 7: Praktické využití modelu pro řešení problému z kroku 1 (potvrzení finančních hypotéz, konstrukce předpovědí, změna obchodní strategie apod.); často je výsledkem doporučení určité akce (třeba prodeje cenných papírů), pokud určité veličiny (např. volatilita) překročí jisté mezní hodnoty.¹³

2.4 Typy dat

V rámci finanční ekonometrie lze podobně jako v klasické ekonometrii klasifikovat analyzovaná data do tří skupin:

2.4.1 Časová data

Jedná se o data ve tvaru časových řad, tj. o hodnoty určité veličiny (nebo veličin v případě vícerozměrných časových řad) pozorované v určitém časovém intervalu s určitou frekvencí záznamu (každý obchodní den, v okamžicích transakcí, měsíčně apod.). Frekvencí pozorování se přitom rozumí velikost intervalu mezi jednotlivými pozorováními (např. kalendářní měsíc), nebo pravidelnost (regularit), s jakou je záznam pořizován (např. každý obchodní den). Značná část finančních dat je nepravidelně pozorovaná (irregularly spaced data): např. ceny akcií na burze se zaznamenávají (kótují) jen při uskutečněných transakcích mezi otevírací a uzavírací dobou obchodního dne, přičemž navíc frekvence bývá nižší ráno po zahájení obchodního dne, během doby oběda a odpoledne před uzavřením obchodního dne; zjednodušený přístup v takovém případě může spočívat v tom, že se každému obchodnímu dni přiřadí uzavírací cena dané akcie nebo ještě častěji její cena převažující specifikovaným způsobem během daného obchodního dne. Pro časová data je důležité jejich chronologické uspořádání v

¹³ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008.

čase, které nelze přerovnávat. Ekonometrické modely obvykle vyžadují, aby použité časové řady měly stejnou frekvenci pozorování.¹⁴

2.4.2 Průřezová data

Jedná se o data ve tvaru průřezového výběru, tj. o hodnoty určité veličiny (nebo veličin) pozorované v tentýž časový okamžik přes určitý populační soubor (uzavírací ceny všech akcí obchodovaných v daný obchodní den na NYSE, současné ratingy všech titulů v rámci daného dluhopisového trhu apod.). Pro průřezová data není obvykle důležité jejich uspořádání (abecední, regionální apod.), takže je většinou lze libovolně přerovnávat.

2.4.3 Panelová data

Panelová data poskytují oproti prostým věcně prostorovým datům (tzn. Získaných pouze v jednom časovém okamžiku nebo za jeden časový interval) a datům v časových řadách několik nesporných výhod. Především získáme velké množství pozorování, která nejsou v konvenčních časových řadách dostupná. Panelová data nejsou obvykle příliš agregovaná jako typická data v časových řadách, proto můžeme analyzovat a testovat komplikovanější hypotézy dynamiky a vzájemného chování. To se nám nepodaří v případě použití věcně prostorových dat získaných právě pouze v čase t . Konečně využití panelových dat může taktéž sloužit k dokonalejší analýze skrytých, nepozorovatelných, náhodných skutečností v ekonometrické (pokud provádíme výzkum na makroúrovni), sociologické a další struktuře vztahů mezi jednotkami.

Panelem (angl. ekvivalent – „panel data set“) se rozumí soubor jednotek, které si jsou nějakou charakteristickou vlastností velmi podobné nebo příbuzné (osoby, domácnosti, firmy, geografické oblasti atp.), na kterých se provádí kontinuální (v čase se opakující) výzkum. Zmíněným souborem může být například jak celá populace, tak soubor náhodným způsobem vygenerovaný a původní generaci dobře reprezentující.

Nutnou podmínkou pro možnost definování panelu a následné analýzy panelových dat je zejména ta skutečnost, že soubor jednotek se v čase nemění, „vypadnuté“ jednotky se nenahrazují novými¹⁵

¹⁴ CIPRA, Tomáš. Finanční ekonometrie. Ekopress, 2008.

2.4.4 Standardní model lineární regrese

Podobně jako v předchozím textu, bude nejdříve definovány základní vlastnosti nástroje a teprve v dalším rozboru bude důraz kladen na problematické části.

Regresní analýza, která je bezesporu nejdůležitějším ekonometrickým nástrojem, slouží pro kvantitativní popis vztahu mezi ekonomickými a finančními veličinami označovanými jako proměnné. Přesněji řečeno, úkolem regrese je vysvětlit změny hodnot jedné proměnné změnami hodnot jiných proměnných. V tomto kontextu se vysvětlovaná proměnná obvykle značí y a vysvětlující proměnné x_1, x_2, \dots, x_k (ve víceroznicových ekonometrických modelech se ovšem často vysvětluje několik vysvětlovaných proměnných y_1, y_2, \dots, y_k). Vedle termínů vysvětlovaná a vysvětlující proměnné se někdy používá i jiná terminologie, např.:¹⁶

Proměnná y

- vysvětlovaná proměnná
- závisle proměnná
- regresand
- efekt

Pro proměnnou x je možno využít:

- vysvětlující proměnné
- nezávisle proměnné
- regresory
- příčiny

Jestliže se analyzuje vztah dvou proměnných x a y (tj. uvažujeme pro jednoduchost jen jeden regresor x), pak statistika často používá korelační koeficient $\rho = \text{corr}(x, y)$ jako míru pro stupeň lineární závislosti mezi těmito proměnnými. Pokud je korelační koeficient významně nenulový, pak se proměnné x a y chápou jako korelované v tom smyslu, že mezi nimi je náznak symetrického lineárního vztahu: není proto možné jednoznačně tvrdit, že změny v y jsou způsobeny změnami v x , nebo že naopak změny v x jsou způsobeny změnami v y . Naproti tomu v rámci regresní analýzy jsou role

¹⁵ NOVÁK, Petr. *Analýza panelových dat*. Acta Oeconomica Pragensia, 2007, 15.1: 71-78.

¹⁶ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008.

proměnných x a y asymetrické; tyto role nelze zaměnit (navíc vysvětlovaná proměnná y je náhodná, tj. má pravděpodobnostní rozdělení, zatímco vysvětlující proměnná x je určitým způsobem nenáhodná, totiž v opakovaných regresních výběrech zachovává fixní hodnoty). Proto bývají závěry regresní analýzy silnější než závěry korelační analýzy.

To, že i takováto konstrukce modelu má své opodstatnění, lze vysvětlit pomocí následujícího vztahu:

$$E(\text{var}(y/x)) \leq \text{var}(y),$$

Znalost hodnot vysvětlující proměnné redukovat neurčitost výstupů vysvětlované proměnné. V případě stochastické nezávislosti veličin x a y ovšem platí v předchozím vztahu rovnost (nekorelovanost ještě na tuto rovnost obecně nestačí), neboť v takovém případě neobsahuje x žádnou informaci o y .

Formálně lze lineární regresní model zapsat jako:¹⁷

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t$$

kde místo časového indexu t by bylo možné použít průřezový index n (pak by se samozřejmě změnila také příslušná interpretace); y , je hodnota vysvětlované proměnné y pozorovaná v čase t ; $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt}$ jsou hodnoty vysvětlujících proměnných pozorované v čase t ; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ jsou neznámé parametry modelu; ε_t je reziduální složka modelu.

Zřejmě lépe přehledný je formální maticový zápis lineárního regresního modelu který je využitelný i pro případ, že by bylo více závislých proměnných:

$$y_n = X_n \beta_n + \varepsilon_n$$

kde:

¹⁷ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008.

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1,p-1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2,p-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{n,p-1} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{p-1} \end{bmatrix} \text{ and } \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Pro podrobnější popis je tento model možno rozvést:

Vysvětlující proměnná x_t má speciální postavení, neboť její hodnota je stále rovna jedné, takže se často ani do modelu formálně nezapisuje. Jejím úkolem v modelu je modelovat s pomocí parametru β_1 tzv. absolutní člen nazývaný také někdy anglickým termínem intercept. Této hodnoty by funkce dosahovala i při nulových parametrech ostatních proměnných.

Interpretace parametrů β_2, \dots, β_k je zřejmá: Jestliže se hodnota vysvětlující proměnné x , zvýší o jednotku, pak lze očekávat, že pokud jinak vše ostatní zůstane neměnné (princip *ceteris paribus*), změní se hodnota vysvětlované proměnné o hodnotu β_i .

Důležitá je role reziduální složky modelu ε_t , (také disturbance, náhodná složka, irregulární složka, residuum, residual term, disturbance term), která v sobě zahrnuje;

- souhrn vlivů (vysvětlujících faktorů), které nejsou v modelu z nejruznějších důvodů explicitně uvedeny (jejich počet by byl v jediné rovnici příliš velký, nejsou pozorovatelné nebo měřitelné, nebo se o nich jednoduše vůbec neví);
- chyby v měření ekonomických a finančních veličin (v ekonometrii se často pracuje jen s předběžnými měřeními, které se teprve v budoucnu upřesňují);
- nekorektní volbu regresního vztahu (např. nelineární závislosti se pro jednoduchost modelují jako lineární);
- některé jevy s dopadem na ekonomiku a finance, které pro jejich výrazně náhodný charakter nelze explicitně zahrnout do modelu (turbulence na burzách, teroristické útoky, výpadky energetických a počítačových sítí,

neočekávané výsledky soudních sporů a arbitráží); v modelu také většinou nelze uspokojivě kvantifikovat chování lidí.¹⁸

2.4.5 Dvoustupňová metoda nejmenších čtverců

Metoda nejmenších čtverců je nejrozšířenější užívaná metoda poskytující (přinejmenším) konzistentní odhady strukturních parametrů regresních rovnic v interdependentních ekonometrických modelech.

Základní myšlenkou metody je postup, který vhodným způsobem nahrazuje v jednotlivých regresních rovnicích strukturního tvaru modelu běžné endogenní proměnné vyskytující se na pravé straně (jako vysvětlující) strukturních rovnic jinými veličinami, které by nebyly korelovány s náhodnými složkami rovnic. Právě tyto korelace (mezi vysvětlujícími běžnými endogenními proměnnými a náhodnými složkami) jsou příčinou, proč odhady parametrů takové rovnice pomocí prosté metody nejmenších čtverců nejsou konzistentní.

K nahrazení vysvětlujících běžných endogenních proměnných se využívá metoda dvoustupňová, kde substitucí odhadneme matice redukovaného tvaru modelu, která je odhadována prostou metodou nejmenších čtverců. Ve druhém kroku se pak provádí - opět stejnou metodou - regrese vysvětlované běžné endogenní proměnné na takto nahrazené vysvětlující běžné endogenní proměnné a na všechny v této rovnici přítomné predeterminované proměnné.

Formální popis metody (uvažujeme libovolnou i -tou regresní rovnici):

V rovnici zapsané jako

$$y_i = Y_i \beta_i + X_i \gamma_i + \varepsilon_i$$

$$y_{i[T,1]} = Y_{i[T,m_i]} \beta_{i[m_i,1]} + X_{i[T,q_i]} \gamma_{i[q_i,1]} + \varepsilon_{i[T,1]}$$

se nejdříve provede odhad matice parametrů redukované formy Π_i ze vztahu

¹⁸ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008.

$$\mathbf{Y}_i = \mathbf{X}\boldsymbol{\Pi}_i + \mathbf{V}_i \quad Y_{i[T,m_i]} = \mathbf{X}_{[T,q]}\boldsymbol{\Pi}_{i[q,m_i]} + V_{i[T,m_i]}$$

Odhad $\boldsymbol{\Pi}_i$ pořízený prostou metodou nejmenších čtverců má zřejmě tvar

$$\hat{\boldsymbol{\Pi}}_i = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}_i \quad \hat{\boldsymbol{\Pi}}_i = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}_{[q,q]}\mathbf{X}'_{[q,T]}\mathbf{Y}_{i[T,m_i]}$$

Jestliže zavedeme - s označením $\hat{\mathbf{V}}_i$ - matici reziduí při regresi vysvětlujících běžných endogenních proměnných \mathbf{Y}_i na všechny predeterminované proměnné \mathbf{X} , tj.

$$\mathbf{Y}_i = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\Pi}}_i + \hat{\mathbf{V}}_i \quad Y_{i[T,m_i]} = \mathbf{X}_{[T,q]}\hat{\boldsymbol{\Pi}}_{i[q,m_i]} + \hat{V}_{i[T,m_i]}$$

lze snadno ukázat, že tato rezidua jsou nekorelovaná s predeterminovanými proměnnými obsaženými ve sloupcích matice \mathbf{X} , tj. platí $\mathbf{X}'\hat{\mathbf{V}}_i = 0$.

Místo původní rovnice se tedy odhaduje modifikovaná rovnice

$$y_{.i} = (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)\boldsymbol{\beta}_{.i} + \mathbf{X}_i y_{.i} + \boldsymbol{\varepsilon}_{.i} + \hat{\mathbf{V}}_i \boldsymbol{\beta}_{.i}$$

V ní vystupují vysvětlující běžné endogenní proměnné již očištěné o své stochastické složky $\hat{\mathbf{V}}_i$.¹⁹

Odhadovanou funkci vektorů parametrů $\boldsymbol{\beta}_{.i}, y_{.i}$ nyní získáme – opět provedením prosté metody regrese - vysvětlovaných běžných endogenních proměnných \mathbf{Y}_i na takto modifikované vysvětlující běžné endogenní proměnné $\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i$ a predeterminované proměnné \mathbf{X}_i . Dostaneme

$$\begin{pmatrix} \hat{\boldsymbol{\beta}}_{.i} \\ \hat{y}_{.i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)'(\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i) & (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)'\mathbf{X}_i \\ \mathbf{X}_i'(\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i) & \mathbf{X}_i'\mathbf{X}_i \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)'y_i \\ \mathbf{X}_i'y_i \end{pmatrix}$$

což lze vzhledem k platnosti vztahů

$$(\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)'(\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i) = \mathbf{Y}_i'\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i'\hat{\mathbf{V}}_i \quad \text{a} \quad \hat{\mathbf{V}}_i'\hat{\mathbf{V}}_i = \mathbf{Y}_i'\hat{\mathbf{V}}_i$$

zapsat jako

$$\begin{pmatrix} \hat{\boldsymbol{\beta}}_{.i} \\ \hat{y}_{.i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{Y}_i'\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i'\hat{\mathbf{V}}_i & \mathbf{Y}_i'\mathbf{X}_i \\ \mathbf{X}_i'\mathbf{Y}_i & \mathbf{X}_i'\mathbf{X}_i \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{V}}_i)'y_i \\ \mathbf{X}_i'y_i \end{pmatrix}$$

¹⁹ <https://is.muni.cz/el/1456/jaro2008/PMEKME/um/P45-metoda2SLS.pdf>

2.4.6 Vlastnosti odhadu metodou nejmenších čtverců

Odvození vlastností metodou nejmenších čtverců je možné jen v případě, že model splňuje určité předpoklady. Přitom předpoklady charakterizující tzv. klasický model lineární regrese se často uvádějí v následujícím tvaru:

1. $E(\varepsilon_t) = 0$

tj. střední hodnota reziduální složky je nulová pro všechna t ;

2. $\text{var}(\varepsilon_t) = \sigma^2 < \infty$,

tj. rozptyl reziduální složky je konstantní a konečný pro všechna t .

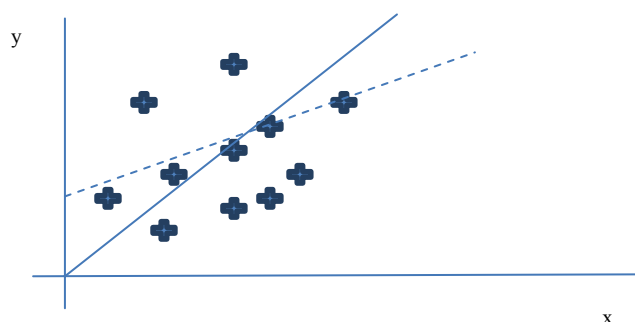
3. $\text{cov}(\varepsilon_s, \varepsilon_t) = 0$ pro $s \neq t$

tj. reziduální složky jsou navzájem nekorelované pro všechna $s \neq t$;

4. $\text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{it}) = 0$

tj. regresory jsou ve stejném čase nebo pro stejnou průřezovou jednotku nekorelované s reziduální složkou pro všechna i a t (tento předpoklad může mít slabší podobu).²⁰

Předpoklad „nulového průměru“ reziduálních složek má zřejmě souvislost s přítomností absolutního členu, do kterého můžeme případný nenulový průměr reziduálních složek přesunout. Pokud ovšem finanční teorie vyžaduje, aby regresní nadrovina procházela počátkem. Toto může být zásadní problém u některých typů dat. Změnu průběhu funkce při změně absolutního členu ukazuje obrázek 2.



Obrázek 2: Vliv absolutního členu (zdroj: vlastní zpracování)

²⁰ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008

Předpoklad konstantního rozptylu reziduálních složek se někdy verbálně označuje jako homoskedasticita. Jeho porušení (tzv. heteroskedasticita) je v ekonometrii (a zvláště v případech finančních časových řad) poměrně časté a vyžaduje použití speciálních postupů.

Rovněž předpoklad vzájemně nekorelovaných reziduálních složek v ekonometrické praxi často neplatí, což si opět vyžádá použití speciálních postupů (tzv. autokorelacereziduí testovaná např. pomocí Durbinova-Watsonova testu).

Předpoklad současné nekorelovanosti regresorů s reziduální složkou je velmi důležitý z teoretického hlediska, neboť zaručuje konzistenci metody nejmenších čtverců. Někdy se používá jeho modifikace

$$E(\varepsilon/X) = 0$$

Nenáhodnost regresorů můžeme předpokládat především v experimentální situaci, kdy experimentátor má volbu hodnot regresorů pod kontrolou (především při řízených experimentech). Jiná je situace, kdy se hodnoty regresorů vybírají náhodným způsobem. Například příjmový vzorek rodin ve finanční mikroekonomii bývá vybírán náhodně z příslušné populace a může být ovlivněn řadou faktorů nekontrolovaných v daném výběru (třeba dosaženou úrovní vzdělání). Často se také vzhledem k dynamice modelu na pozice regresorů dostávají zpožděné hodnoty vysvětlované proměnné, která má vždy jednoznačně náhodný charakter.²¹

I definici uvedené výše je ale možné přijmout alternativní stanovisko. Velikán současné ekonomie N. W. Mankiw jasně formuluje „*heteroscedasticity has never been a reason to throw out an otherwise good model*“²² Je tedy zřejmé, že čistě formální lpění na všech uvedených zásadách může vést k nepochopení a zamítnutí důležitých skutečností.

²¹ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. Ekopress, 2008

²² MANKIW, N. Gregory. *A quick refresher course in macroeconomics*. National Bureau of Economic Research, 1990.

2.5 Charakteristika vývoje českého zemědělství

Z pohledu dějin lidstva představuje zemědělství pouze krátkou epizodu. V oblasti střední Evropy je to asi 7000 let. Do českých zemí se zemědělství postupně dostávalo z jihovýchodu asi před 5 500 lety před n.l., odkud si zemědělci přinesli obilniny a tradiční domácí zvířata, která zde prodělala zásadní proměnu.

Přeneseme-li se do středověku, o kterém lze hovořit podrobněji, je dokladováno, že Slované, kteří přišli do Čech, zakládali pole buď na druhotně vzniklé stepi, nebo na místě lesa. Hlavním nářadím na obdělávání půdy bylo stále rádllo, ale od 13. století je doloženo používání pluhu. Z raného středověku jsou k dispozici doklady o pěstování pšenice obecné, která byla nejpočetnější. Doložen je také ječmen a proso, ale ve výrazně menším množství. Žito a oves bylo velmi málo, vzácně se vyskytla i pšenice dvouzrnka a jednozrnka. V následujících stoletích měla stále nejvyšší podíl pšenice, zvyšoval se podíl žita, které bylo posléze dle výzkumu nejrozšířenější obilninou a okolo 12. století nahradilo v množství pšenici. Dále se pěstoval hrách, čočka, bob, len setý, konopí seté, mák, zelenina jako cibule, česnek, pórek či pažitka. Několik druhů zelí, řepa, ale také lebeda, šťovík nebo špenát. V 16. a 17. století bylo u nás známo několik druhů pšenice, stejně tak ječmene, který se ale ještě nepoužíval jako pivovarská surovina, pivo se totiž vyrábělo převážně z pšeničného sladu. Nejdůležitější krmnou obilovinou byl nenáročný oves. Velká poptávka byla po chmelu, který se proto pěstoval i v nevhodných, například horských oblastech. Zakládaly se vinice, ale víno se nestalo předmětem spotřeby mimo výrobní oblasti. Mimořádný rozkvět zaznamenalo české ovocnářství, kdy se obchod s ovocem rozšířil až do zahraničí. Rozšířilo se pěstování zeleniny na příhodných místech v Polabí nebo v Podyjí. Druhou důležitou složkou feudálního zemědělství byla živočišná výroba, jež se v tomto období vyznačovala specifickými znaky. U skotu se oceňoval bezprostřední užitek, masný i mléčný.

Kapitalistický rozmach zemědělství byl ovšem retardován opakujícími se hospodářskými krizemi z nadvýroby. Maloročníci byli krizí postiženi nejvíce, protože neměli finanční zdroje ani rezervy, velkostatkářů se krize dotkly minimálně. Zemědělství bylo nuceno přizpůsobit se, proto docházelo k přesunům od pěstování rostlin k chovu hospodářských zvířat. Následovaly například kultivace pastvin, ale

především se zvyšovala hospodárnost v zemědělských podnicích. Začala se pěstovat kukuřice a to hlavně na zelenou píci, v teplých oblastech se začala prosazovat pohanka. Brambory se staly uznávanou plodinou pro mnohostranné využití, velkého významu dosáhla také cukrovka. Důležitou plodinou pro výrobu kávy a krmiva byla čekanka.

Na přelomu 19. a 20. století docházelo k velkému uplatnění vynálezů a vědeckých poznatků v zemědělské praxi, k mechanizaci zemědělských prací, k zavádění umělých hnojiv, ale i k prohloubení šlechtitelství a plemenářství. Došlo k zlepšení trhů a odbytu. Přesto pod vlivem industrializace význam zemědělství pomalu klesal a jeho vývoj se oproti průmyslu zpožďoval. Na základě statistických srovnání lze konstatovat, že intenzita a produktivita zemědělství byly v českých zemích na vyšší úrovni než v ostatních zemích bývalého Rakouska – Uherska. Čechy, Morava a Slezsko, přestože svou rozlohou zaujímaly čtvrtinu zemědělské plochy „rakouských zemí“ produkovaly v pšenici 35%, v žitě skoro polovinu (48%) a v ječmenu 59% z celkové produkce. Z toho vyplývá, že v těchto hlavních chlebových obilovinách dodávaly české země téměř polovinu celkové produkce. V bramborách činil podíl 32% a u cukrovky dokonce 80% celkové produkce. Cukrovarnictví bylo z tohoto důvodu soustředěno téměř výhradně v českých zemích. Na produkci lihu se podílely z 44% a na výrobě piva z 58%. Poměry v živočišné výrobě byly také příznivé. Na české země připadala třetina v chovu hovězího skotu, v chovu prasat 27%, v chovu koz 25% a v chovu ovcí pouze 5% z celkového počtu chovaných zvířat.

První světová válka citelně zasáhla do zemědělství, kdy docházelo k poklesu pracovních sil z důvodu branné povinnosti, byl nedostatek strojů, hnojiv, osiva, každým rokem se navyšovaly kontingenty. Během války se postupně snížila produkce obilovin a brambor na polovinu. Po válce začaly ceny obilovin růst, zvedly se až pětinasobně. Inflace byla zastavena až dobrou úrodou a dovozem v roce 1921, který razantně snížil ceny. V meziválečném období prodělalo české zemědělství dynamický a všestranný rozvoj, kdy se mohlo rovnat s vyspělým zahraničím. V produkci chmele byla ČSR na 1. místě ve světě, a v cukrovce na 2. místě. Ovšem ve třicátých letech bylo zemědělství opět postiženo krizí z nadvýroby, kdy ceny klesly pod výrobní náklady, klesl odbyt, světové zásoby obilí se zvýšily. Nejtěžší situace byla v řepářství, kde odbyt klesl na pětinu.

V letech druhé světové války zemědělství upadalo, ať již z politických tak i hospodářských důvodů. Němci se pokusili o germanizaci a německou kolonizaci, která byla bezprostředně spojena s otázkou půdy, respektive jejího zabírání. Po ukončení války činil index hodnoty zemědělské výroby v r. 1945 oproti rokům 1936- 37 58%. Zejména v rostlinné výrobě se projevil nedostatek pracovních sil a devastace pozemků a staveb. Zemědělství se začalo opět rozvíjet, ale neúroda v r. 1947 negativně zasáhla zemědělce i celkově potravinovou základnu v ČSR. V následujících letech se začala zakládat zemědělská družstva. V průběhu dalších let probíhal intenzivní rozvoj zemědělství. V 70. letech bylo dosaženo vysokého stupně mechanizace ve všech zemědělských oblastech, dalším faktorem úspěšného rozvoje byla chemizace, kdy spotřeba hnojiv stoupla z 18,4 kg/ha v r. 1948 na 253,6 kg/ha v r. 1978, tedy skoro 14x. Úrovní výnosů obilovin se Československo řadilo na jedno z prvních míst na světě a tempem růstu hektarových výnosů se řadilo ke státům s nejvyspělejším zemědělstvím. Produkce masa se od r. 1949 zvýšila dvakrát, produkce vajec třikrát, produkce mléka o 73%.²³

2.5.1 Vývoj po roce 1989

Realizace ekonomické reformy na počátku devadesátých let dvacátého století znamenala pro českou ekonomiku a v jejím rámci i pro agrární sektor výrazné změny podmínek dalšího rozvoje. Ty souvisely jak s celkovými přístupy k formování hospodářské politiky státu a vymezování pozice jednotlivých odvětví v ekonomice ČR, tak s definováním míry a forem státních zásahů do ekonomiky.

Přechod od centrálně plánované k tržní ekonomice v této fázi znamenal nejen změnu ekonomických institucí a vztahů mezi nimi, ale i řádové změny v rozměru jednotlivých odvětví a jejich podílu na tvorbě hrubého domácího produktu a jeho užití. Současně se tříbily názory na oprávněnost tvorby odvětvových programů a projekcí v rámci makroekonomických postulátů, tedy o formy a nástroje realizace hospodářské politiky.

V agrárním sektoru se navíc vyznačovaly nejen složitostí procesu transformace vlastnických vztahů a forem zemědělského podnikání, ale především podstatnými

²³ MALENICKÁ, Iva. *Dotace v zemědělském podniku, jejich úloha a vliv na strukturu a výsledek hospodaření, účetní a daňové souvislosti*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2013. 92 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jindřiška Kouřilová, CSc.

změnami vnějších podmínek jeho dalšího vývoje. Zásadní a mocný vliv poptávkové stránky byl zachycen v praxi při odstranění záporné daně z obratu u potravin již v polovině roku 1990.²⁴

Zvýšení spotřebitelských cen potravin téměř o čtvrtinu, které bylo důsledkem odstranění této „spotřebitelské dotace“ logicky vyvolalo řádový pokles spotřebitelské poptávky po potravinách. V dané situaci potravinářský průmysl i obchod zareagovaly v této fázi bezprostředně a jednoznačně. Plně realizovaly výhody svého monopolního postavení a pokles poptávky na trhu potravin promítly do odvozené (snížené) poptávky po zemědělských surovinách.

Zmrazení cen zemědělských komodit při prakticky neomezené a liberalizaci podporované možnosti zvyšování cen v navazujících fázích zpracování a obchodu se projevil v mimořádném růstu zisku. Již v prvním čtvrtletí 1991 se meziročně zvýšil zisk potravinářských podniků zhruba čtyřnásobně, po uplatnění přechodných limitů obchodní marže se pohyboval na úrovni dvojnásobku stavu roku 1990.

Ke zvýšení cen došlo i v oborech s kritickou poptávkovou bariérou. U výrobků jatečních, masných a mlékářských byl dosažený zisk meziročně vyšší o 40 až 70 %. Vyšší než dvojnásobný zisk realizovaly podniky v oborech výroby rostlinných a živočišných tuků a olejů, v mlýnské, pekářské a těstářské výrobě, ve výrobě cukrovinek a cukrářských výrobků a ve výrobě sladu a pivovarských výrobků...

Makroekonomické přístupy k formování odvětvové struktury národního hospodářství v realizaci ekonomické reformy a nastartování liberalizačních procesů v tomto období vedly k výraznému snížení podpory zemědělského podnikání. Spolu s odstraňováním bariér zahraničního obchodu se zemědělskými a potravinářskými komoditami, kde se prakticky otvíraly možnosti pro částečné řešení problémů nadprodukce zemědělských komodit v zemích Evropské unie i v rozhodujících zámořských státech. To nemohlo nemít nepříznivý vliv na situaci v českém zemědělství. Promítalo se do omezování

²⁴ BEČVÁŘOVÁ, V. *Agrární ekonomika a politika III.*[On-line] available from: www.vuchs.cz/OPVpK/dokumenty.Becvarova-AEaP-s-prezentace.pdf, 2009.

rozsahu výroby, do snižování intenzity využívání jeho přírodních zdrojů i do změn struktury zemědělské produkce.²⁵

Podstatné změny vnějšího okolí transformujícího se zemědělství a potravinářství ČR jsou dnes již neoddělitelně spojeny s vývojem na evropském a světovém agrárním trhu. Přitom narůstající problémy s nadprodukcí zemědělsko-potravinářských komodit v EU i v agrárním sektoru rozhodujících zámořských exportérů a s tím související tlak na liberalizaci agrárního trhu, zákonitě vedou k poklesu světových cen rozhodujících zemědělských produktů. Liberalizace trhu a jeho globální rozměr pak motivují i změny v agrárních politikách a volbu takových forem státní ingerence, které vedou k řešení specifických sociálně ekonomických problémů zemědělství a venkova, aniž by přispívaly ke stimulaci dalšího růstu zemědělské produkce.

Je patrné, že v ČR je ovlivněno průběhem a výsledky transformace oborů potravinářského průmyslu i služeb pro zemědělství. Řadí se k dalším významným faktorům determinujícím rozsah českého zemědělství.²⁶

2.5.2 Specifika zemědělství v ČR

Výsledky dosud provedených strukturálních zemědělských šetření ukazují, ve kterých aspektech se Česko odlišuje od ostatních států Evropské unie. Některé rozdíly jsou opravdu výrazné.

Prvním takovým rozdílem je průměrná velikost zemědělského subjektu. V roce 2010 dosahovala v Česku 152 ha na subjekt, zatímco průměr v EU28 je pouhých 14 ha na subjekt. S velkým odstupem následují státy Velká Británie (90 ha) a Slovensko (77 ha). S tím souvisí i zastoupení subjektů ve velikostních kategoriích – nad 100 ha výměry spadá 19,3 %, zatímco v EU28 je to jen 2,7 % subjektů. Naproti tomu do kategorie do pěti hektarů výměry je v Česku zařazeno jen 15,4 % subjektů oproti unijním 69,2 %.

²⁵ BEČVÁŘOVÁ, V. Agrární ekonomika a politika III.[On-line] available from: www.vuchs.cz/OPVpK/dokumenty.Becvarova-AEaP-3-prezentace.pdf, 2009.

²⁶ tamtéž

Pokles počtu subjektů a zvyšování jejich průměrné výměry je v českém i uniijním zemědělství jedním z nejvýraznějších trendů posledních deseti let. V Česku se průměrná výměra subjektu v období 2000–2010 zvýšila ze 136 ha na subjekt na 152 ha na subjekt.

Pro české zemědělství je také typický vysoký stupeň využívání pronajaté půdy. I když podíl vlastní půdy v zemědělských subjektech postupně roste (ze 7,6 % v roce 2000 na 22,0 % v roce 2010), nižší podíl než Česko vykazuje pouze Slovensko (pouhých 11,9 %). Uniijní průměr činí 51,7 %. Podíl pronajaté půdy přitom roste s velikostí zemědělského subjektu.

Dalším charakteristickým rysem českého zemědělství je vysoké zastoupení subjektů právnických osob: po Francii (29,2 %) jsme s 13,5 % na druhém místě. Uniijní průměr jsou přitom pouhá tři procenta. Z toho vyplývá i fakt, že Česko má nejmenší podíl rodinných pracovníků na celkovém počtu pracujících, a to 32,4 % ve srovnání s uniijním průměrem 92,3 %.

S velikostí zemědělských subjektů souvisí i objem pracovní síly na jeden subjekt, kde s 5,8 osoby na subjekt opět zaujímáme první místo, přičemž uniijní průměr je 2,1 osoby na subjekt. Naopak, co se týká objemu pracovní síly na plochu obhospodařované půdy, obsadilo Česko celkové 24. místo s hodnotou 3,8 osoby na 100 ha zemědělské půdy (uniijní průměr je 14,5 osoby). Celoevropským trendem je snižování počtu pracujících v zemědělství.

Co se týká věkové struktury pracovníků, byla na úrovni Evropské unie zatím analyzována pouze data týkající se vedoucích pracovníků. Podíl mladých farmářů do 35 let se postupně zvyšuje, avšak stále více než 50 % zemědělských subjektů řídí pracovníci nad 55 let věku.

V posledních letech došlo na národní i evropské úrovni k poklesu výměry orné půdy ve prospěch trvalých travních porostů. Ustupuje se také od pěstování obilovin (především žita a ječmene), a naopak rostou plochy technických plodin. Variabilitu v rámci

Evropské unie vykazují například pícniny na orné půdě, jejichž výměry se v Česku zmenšily, zatímco celoevropským trendem je jejich nárůst. V živočišné výrobě dochází k útlumu chovu především skotu a prasat. V Česku se pokles stavů týká i drůbeže, jejíž chov v jiných státech (Španělsko, Polsko, Rumunsko) zaznamenává expanzi. Opačným příkladem jsou ovce, jejichž stavy u nás vzrostly při současném úbytku v jiných evropských státech (zvláště v Irsku nebo ve Španělsku).²⁷

2.5.3 Trendy v mechanizaci

Obecným trendem dnešní doby je zvyšování efektivity prováděných prací při zachování nebo dokonce snížení vynaložených nákladů. Zemědělství se tomuto trendu přizpůsobuje také, a tak se stále více objevují moderní farmáři či podniky, kteří s oblibou využívají nejmodernějších řešení pro zefektivnění své výroby. Na tyto požadavky jsou nuceni reagovat výrobci, kteří přicházejí na trh se stále novými a inovativními řešeními, která pomáhají zemědělcům dosahovat těchto cílů.

Tento vývojový trend se týká především zemědělské techniky, konkrétně traktorů. Ty dosahují stále vyšších výkonů, aby je bylo možné agregovat s nářadím o větším záběru. Tím se omezí pojíždění po pozemku s negativy zhutnění půdy, ale především stroje a nářadí pracují v požadované hloubce a s doporučenou rychlostí, což má pozitivní dopad na kvalitu práce. Cílem výrobců traktorů je produkovat takové stroje, které dokážou efektivně pracovat a především přenést svůj výkon na povrch. Analýzou trendů v oblasti vývoje traktorů je patrné, že dochází ke stále zvyšujícímu se podílu aplikace elektroniky na řízení traktoru, aby byl eliminován negativní vliv lidského faktoru na efektivitu práce stroje.²⁸

Tento trend jde popsat porovnáním výkonů traktorů v čase. Jako příklad byla zvolena značka John Deere, celosvětově největší výrobce traktorů. Porovnání jejich vyráběných traktorů od začátku 20. století je uvedeno v následující tabulce. Protože traktory se vyrábějí v mnoha výkonnostních třídách, tato tabulka obsahuje vždy pouze nejvýkonnější typ v daném období.

²⁷ MÁCOVÁ, M. V čem je české zemědělství jiné. *Statistika a my*, 2014, 7-8.

²⁸ <http://mechanizaceweb.cz/moderni-trendy-v-oblasti-zemedelske-techniky/>

Obchodní název	Rok uvedení	Výkon v HP
model D	1923	27
GP Tractor	1937	37
Restyled D	1939	42
model R	1950	68
Generation II	1968	141
Generation II	1970	146
Generation III	1978	215
Series 8000	1994	225
Series 9000	2000	450
Series 9000	2004	500

Tabulka 1: Růst výkonu traktorů (zdroj: vlastní zpracování)

3 Tvorba datové základny

Pro tvorbu modelu vývoje je nutná sumarizace dat, která budou do modelu vstupovat. Ty budou rozdělena do několika oblastí. První oblastí bude fyzická produkce v zemědělství, měřena přes produkci klíčových surovin. V první části bude řešena produkce rostlinná, v druhé části produkce živočišná. Druhou skupinou aspektů budou údaje o národním hospodářství. Zásadním faktorem pro zemědělství je jistě i počasí, proto bude definována klimatologická situace a z ní vycházející data. Poslední částí proměnných jsou demografické ukazatele a vliv technologií, kde bude sledován VaV a dále používání hnojiv. Pro každou skupinu proměnných bude proveden výpočet charakteristických statistických ukazatelů a dále vypočteny lineární trendové funkce. Z provedených výpočtů pak budou definovány proměnné, které budou splňovat podmínky pro vstup do modelu vícefaktorové regrese.

U všech proměnných budou vypočítány základní statistické charakteristiky, dále pak shluková analýza a Haluza trendů. Tento postup by měl umožnit snížit počet proměnných v další výpočtové části.

3.1 Fyzická produkce v českém zemědělství

Jak bylo předesláno, první skupinou ukazatelů je rostlinná a živočišná produkce. Podrobná charakteristika je v následující tabulce.

Období	Obiloviny	z toho		
		pšenice	žito	ječmen
2008	8 369 503	4 631 502	209 787	2 243 865
2009	7 831 998	4 358 073	178 070	2 003 032
2010	6 877 619	4 161 553	118 233	1 584 456
2011	8 284 806	4 913 048	118 456	1 813 679
2012	6 595 493	3 518 896	146 962	1 616 467
2013	7 512 612	4 700 696	176 278	1 593 760
2014	8 779 299	5 442 349	129 059	1 967 049
2015	8 183 512	5 274 272	107 874	1 991 415

Období	Brambory	Cukrovka technická	Řepka	Kukuřice na zeleno a na siláž
2008	769 561	2 884 645	1 048 943	6 143 805
2009	752 539	3 038 220	1 128 119	6 332 712
2010	665 176	3 064 986	1 042 418	5 901 650
2011	805 331	3 898 887	1 046 071	7 781 563
2012	661 795	3 868 829	1 109 137	8 328 239
2013	536 450	3 743 772	1 443 210	7 635 367
2014	697 539	4 424 619	1 537 320	9 577 873
2015	504 955	3 421 035	1 256 212	7 134 351

Tabulka 2: Rostlinná produkce v tis. t (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

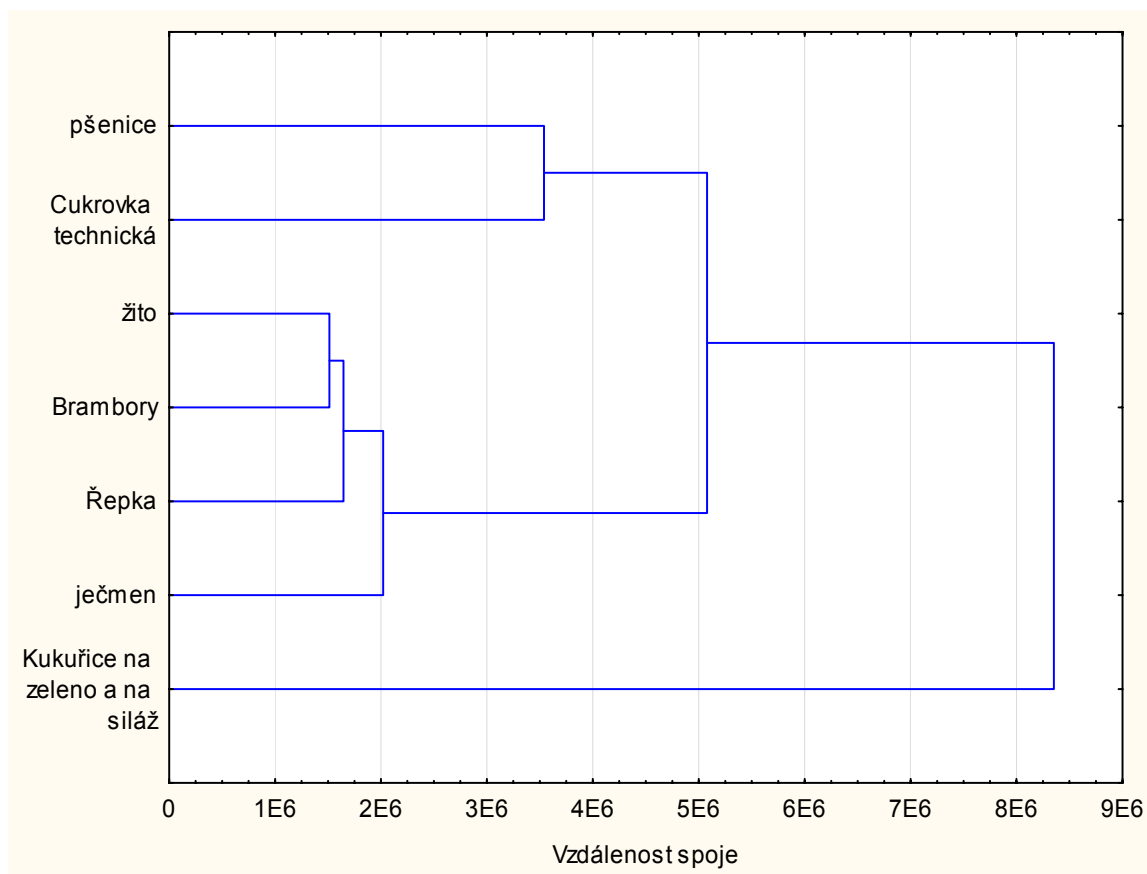
Základní statistické charakteristiky souboru jsou následující:

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
pšenice	4625049	3518896	5442349	619660,7	-0,50286	0,167338
žito	148089,9	107874	209787	36352,01	0,632918	-0,92584
ječmen	1851715	1584456	2243865	240313,2	0,256684	-1,06289
Brambory	674168,3	504955	805331	107454,3	-0,58969	-0,79456
Cukrovka technická	3543124	2884645	4424619	532110,1	0,31259	-0,88781
Řepka	1201429	1042418	1537320	193038,5	1,051206	-0,45085
Kukuřice na zeleno	7354445	5901650	9577873	1243377	0,604193	-0,15563

Tabulka 3: Základní statistické charakteristiky (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)

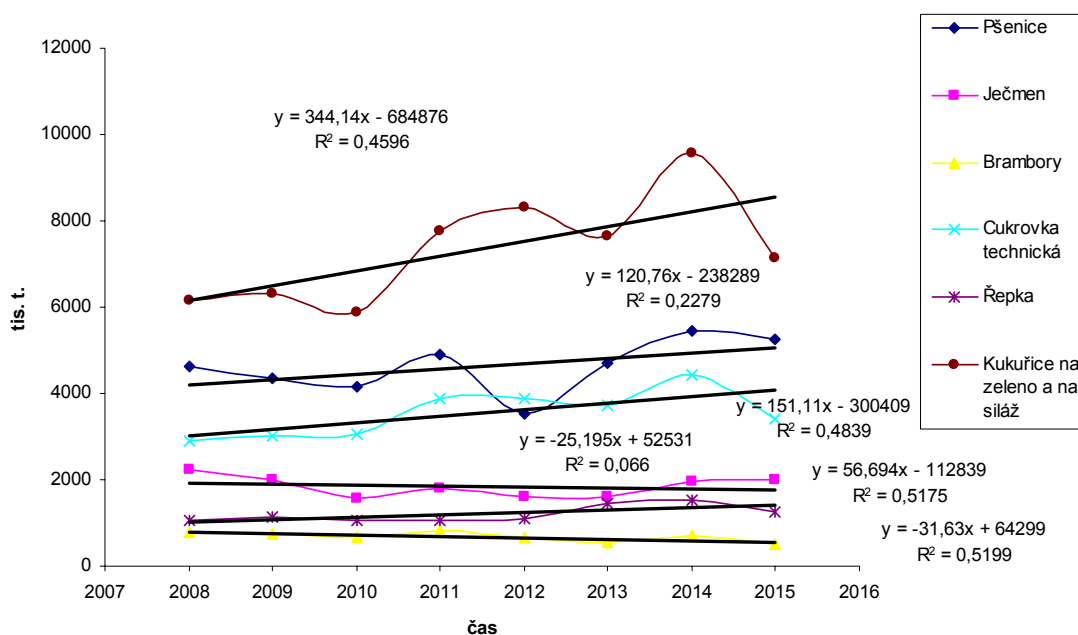
Z uvedených parametrů vyplývá poměrně velká nehomogenita dat, jednotlivé proměnné pouze částečně splňují podmínku normality, směrodatné odchylky jsou poměrně velké. Těmto rozdílům bude nutno věnovat více pozornosti při dalším zpracování.

Předposlední částí je provedení shlukové analýzy. Z grafického znázornění je vidět, že zásadní odlišnost představuje kukuřice na zeleno. To ale může být dáno tím, že její primární zemědělské využití se už dnes mění na využití průmyslové, konkrétně pro výrobu elektrické energie v bioplynových stanicích.



Obrázek 3: Shluková analýza rostlinné produkce (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Poslední částí zhodnocení je výpočet lineárních trendů pro jednotlivé proměnné. Pro přehlednost byla vynechána proměnná žito, vzhledem k zanedbatelné produkci vůči ostatním plodinám. Lineární trend byl zvolen z důvodu jednoduchosti a pro názorné porovnání možných náhodných a sezónních trendů. Z grafického i numerického vyjádření je jednoznačné, že většina plodin vykazuje oscilaci kolem lineární hodnoty, výjimkou jsou pouze brambory. Trendy jsou převážně kladné, pouze u brambor a ječmenu jsou záporné.



Graf 1: Trendová analýza pro rostlinou produkci

Vedle rostlinné výroby je nutno podobným způsobem identifikovat i výrobu živočišnou. Identifikována bude produkce jatečných zvířat, dále mléka a vajec. Podrobné údaje jsou v navazující tabulce:

PRODUKCE	VÝROBA JATEČNÉHO SKOTU	VÝROBA MLÉKA	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ DOJIVOST 1 KRÁVY	VÝROBA JATEČNÝCH PRASAT	VÝROBA JATEČNÉ DRŮBEŽE	SNÁŠKA KONZUMNÍCH VAJEC	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ SNÁŠKA 1 NOSNICE (VEJCE SLEPIČÍ KONZUMNÍ)
rok/jednotka	t.ž.hm	tis.l	l	t.ž.hm	t.ž.hm	tis.ks	kusy
2008	182 652,4	2 727 668	6 776,2	406 628,3	317 062,0	1 401 818	284,8
2009	180 912,3	2 707 557	6 869,9	350 327,0	296 406,7	1 335 010	290,3
2010	170 586,1	2 612 497	6 903,8	346 388,9	241 405,4	1 236 826	309,3
2011	170 253,3	2 663 683	7 127,8	330 257,6	215 789,1	1 271 931	307,1
2012	170 830,1	2 740 681	7 432,6	290 591,4	239 117,7	1 149 508	307,9
2013	164 043,0	2 774 520	7 443,4	299 232,4	228 398,5	1 233 466	308,1
2014	169 588,1	2 856 334	7 704,8	302 463,1	243 764,9	1 294 452	299,3
2015	174 693,7	2 946 332	8 001,3	297 542,0	249 080,8	1 245 744	301,1

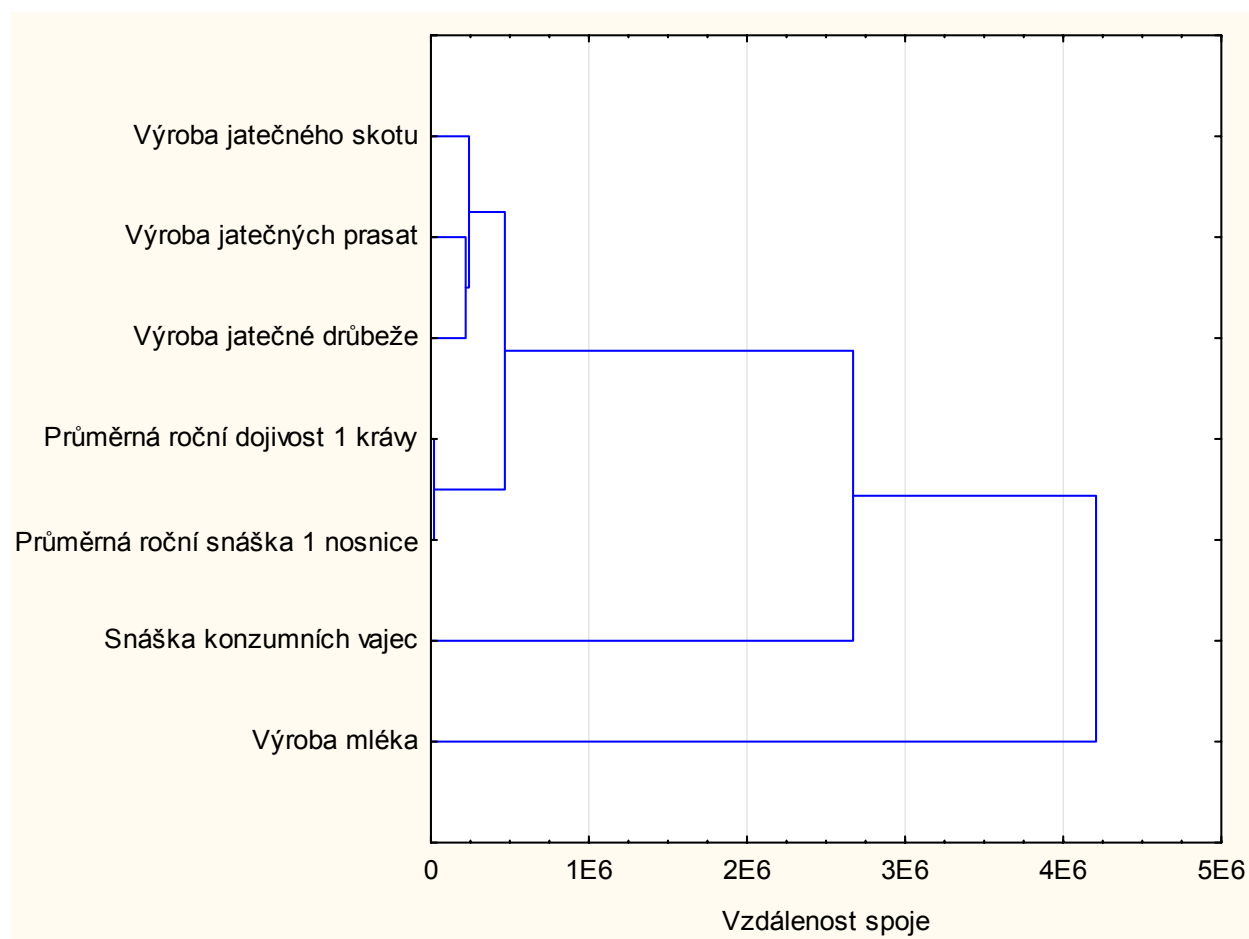
Tabulka 4: Živočišná produkce (zdroj: vlastní zpracování dle ČSU)

V porovnání s rostlinou produkcí živočišná vykazuje stálejší hodnoty. Z pohledu hodnot šikmosti a špičatosti data sice nedosahují normovaných hodnot, jsou si ale podstatně podobnější. Podobně také směrodatné odchylky jsou řádově menší než u rostlinné produkce, působení náhodných či sezónních trendů bude tedy zřejmě menší.

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠÍKMOST	ŠPIČATOST
Výroba jatečného skotu	172944,891	164043,045	182652,414	6194,06836	0,51345421	-0,3745053
Výroba mléka	2753658,93	2612497	2946331,52	106295,924	0,72715917	0,35588689
Průměrná roční dojivost 1 krávy	7282,46915	6776,2	8001,25314	437,082286	0,4476883	-0,9946418
Výroba jatečných prasat	327928,825	290591,359	406628,257	39335,3837	1,20401703	1,20416763
Výroba jatečné drůbeže	253878,148	215789,147	317062,048	34640,1851	1,15048596	0,29523252
Snáška konzumních vajec	1271094,32	1149508	1401818	75343,2758	0,26743552	0,75348455
Průměrná roční snáška 1 nosnice (vejce slepičí konzumní)	300,988422	284,8	309,3	9,13234354	-0,9942658	-0,3283825

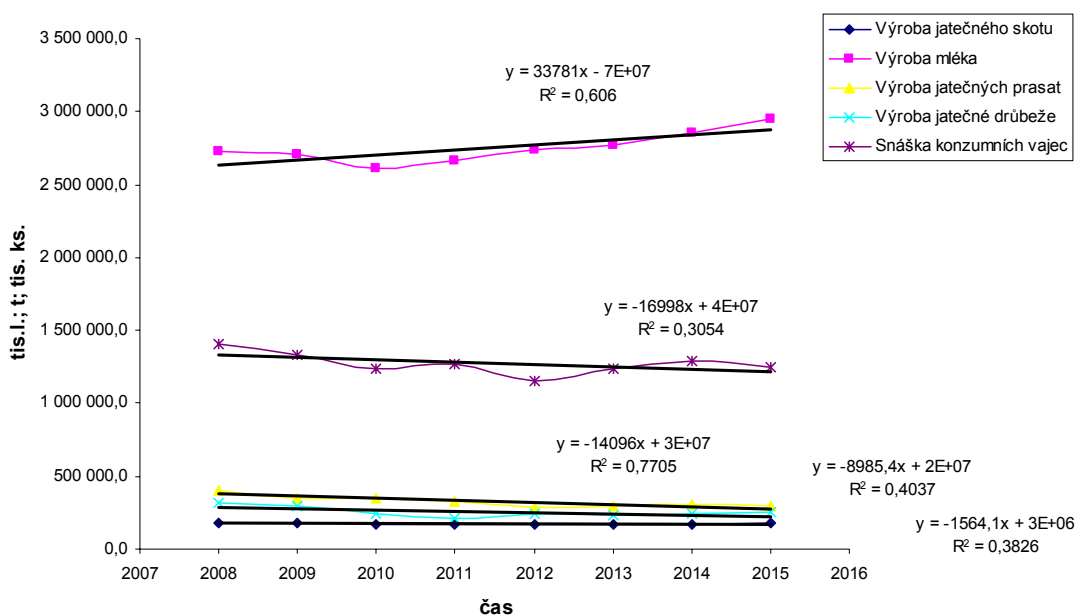
Tabulka 5: Základní statistické charakteristiky souboru (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Shluková analýza jasně dokumentuje podobnosti datových souborů všech typů jatečných zvířat. To je dáno relativní podobností technologie produkce. Produkce mléka a vajec se od předchozího odlišuje, lze zde tedy očekávat působení zřejmě jiných klíčových faktorů.



Obrázek 4: Produkce živočišná (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)

Celkové výsledky trendové analýzy definují převažující negativní trend vývoje u všech sledovaných ukazatelů s výjimkou výroby mléka. Vysvětlení je zřejmě v klesajících stavech jatečných zvířat, změny technologií se zde neprojevují. Naproti tomu rostoucí užitkovat krav zvyšuje celkovou produkci mléka, a to s minimálními výkyvy. Obecně je živočišná výroba oproti rostlinné podstatně méně ovlivněna faktory, které oscilují kolem lineárního trendu.



Graf 2: Trend růstu živočišné produkce (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

3.2 Makroekonomické ukazatele

V této části bude popisováno působení některých makroekonomických ukazatelů. Jmenovitě jsou uvedeny v následující tabulce:

	Ukazatele reálné ekonomiky				
	HDP	HDP/ob.	Nezaměstnanost	Inflace	Inflace zem. Výrobců
	<i>mld. Kč.</i>	<i>Kč/obyv.</i>	<i>%, roč. pr.</i>	<i>%, roč. pr.</i>	<i>%, roč. pr.</i>
2008	4 015,3	384 992	4,4	6,3	8,8
2009	3 921,8	373 810	6,7	1,0	-24,8
2010	3 953,7	375 921	7,3	1,5	7,9
2011	4 033,8	384 289	6,7	1,9	21,2
2012	4 059,9	386 317	7,0	3,3	3,8
2013	4 098,1	389 900	7,0	1,4	4,5
2014	4 313,8	409 870	6,1	0,4	-3,7
2015	4 554,6	432 006	5,0	0,3	-6,0

	Měnové ukazatele		Fiskální ukazatele
	CZK/EUR	CZK/USD	Deficit vládních institucí
	<i>průměr</i>	<i>průměr</i>	<i>mld. Kč</i>
2008	24,942	17,035	-84,6
2009	26,445	19,057	-216,2
2010	25,290	19,111	-174,5
2011	24,586	17,688	-110,1
2012	25,143	19,583	-159,6
2013	25,974	19,565	-51,1
2014	27,533	20,746	-83,1
2015	27,283	24,600	-28,6

Tabulka 6: Makroekonomické ukazatele (zdroj: vlastní zpracování dle ČSU)

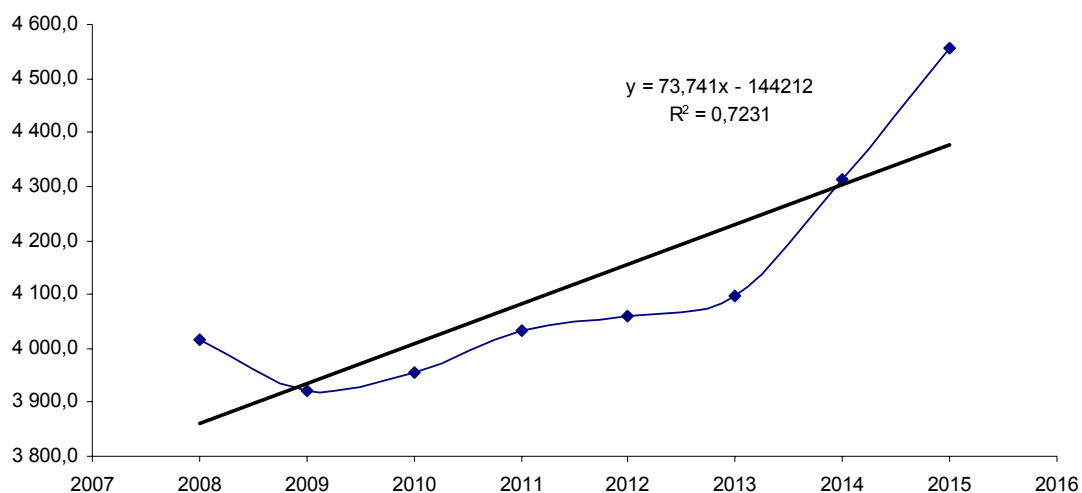
Základní statistické veličiny ukazují podobně jako v předchozích případech závažné odchylky od normality dat. Konkrétně jak hodnoty šikmosti, tak i špičatosti nedosahují hodnot blízkých nule. Směrodatné odchylky jsou ovšem poměrně nízké, což zřejmě potvrdí i následující analýza trendů.

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
HDP	4118,87788	3921,827	4554,615	212,42089	1,51097958	1,823151
HDP/ob.	392137,989	373810,226	432006,076	19472,894	1,482366	1,811868
Nezaměstnanost	6,275	4,4	7,3	1,0443727	-1,11653369	-0,07993
Inflace	2,0125	0,3	6,3	1,9729872	1,74427774	3,184244
Inflace zem. Výrobců	1,4625	-24,8	21,2	13,478018	-0,7993772	1,708136
CZK/EUR	25,8995	24,586	27,533	1,10009	0,48161035	-1,35226
CZK/USD	19,673125	17,035	24,6	2,3003413	1,4745827	3,117358
Deficit vládních institucí	-113,48625	-216,239	-28,635	64,656975	-0,3553740	-1,00862

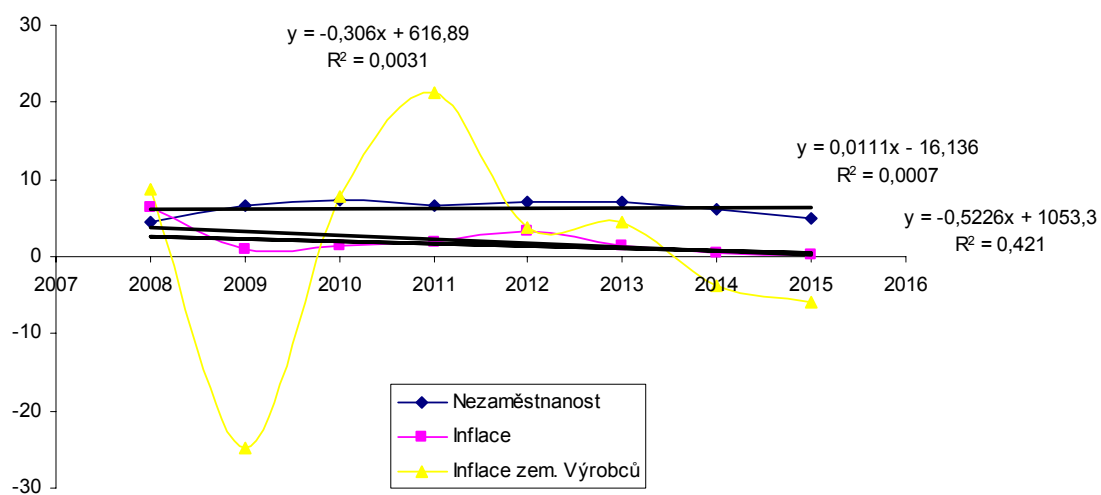
Tabulka 7: Základní statistické ukazatele (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)

Shluková analýza nebude vzhledem k jednoznačně daným typům dat prováděna.

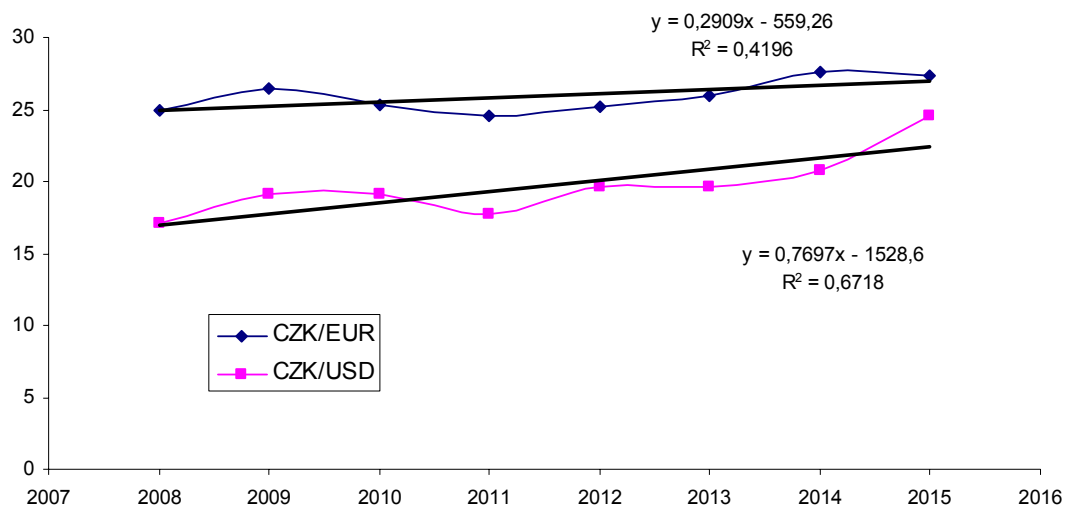
Pro hodnocení trendových hodnot lze ukazatele rozdělit do dvou skupin. Do první patří HDP, nezaměstnanost, směnné kurzy a inflace kromě inflace zemědělských výrobců. Tyto ukazatele nedosahují zásadních velikostí sezónních trendů. Naproti tomu deficit vládních zdrojů a inflace zemědělských výrobců vykazují takové oscilace kolem lineárního trendu, že je pro další predikci nejde použít a budou proto z další části vypuštěny. Podrobné grafické znázornění je v následujících grafech.



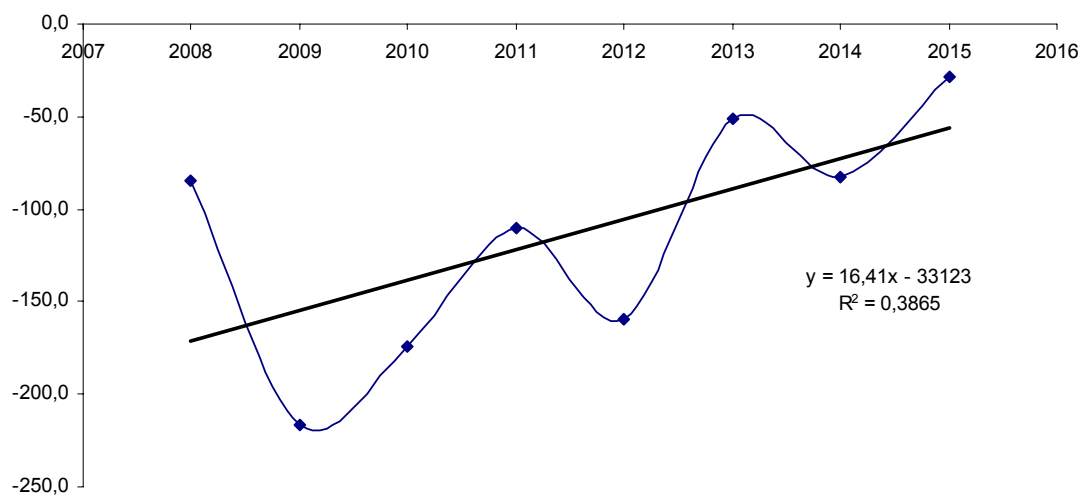
Graf 3: Trend růstu HDP (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 4: Trend růstu inflace (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 5: Trend růstu směného kurzu (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 6: Trend růstu vládních deficitů (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

3.3 Klimatické podmínky

V této části bude klimatická situace omezena pouze na tři ukazatele. Konkrétně jde o průměrnou roční teplotu, sumu srážek za rok a délku slunečního svitu za rok. Výběr těchto proměnných byl ovlivněn dostupností, jiné faktory jako např. vlhkost vzduchu jsou sice sledovány, ale nejsou dostupné veřejnosti bezplatně. Pro omezení výsledného počtu proměnných jsou všechny sumarizovány za rok, nejsou tedy sledovány měsíčně.

	TEPLOTA (°C)	SRÁŽKY (MM/ROK)	SLUNEČNÍ SVIT (h/ROK)
2008	8,9	619	1615
2009	8,4	744	1645
2010	7,2	867	1546
2011	8,5	627	1872
2012	8,3	689	1815
2013	7,9	727	1521
2014	9,4	657	1561
2015	9,4	532	1767
2016	8,78	637	1652

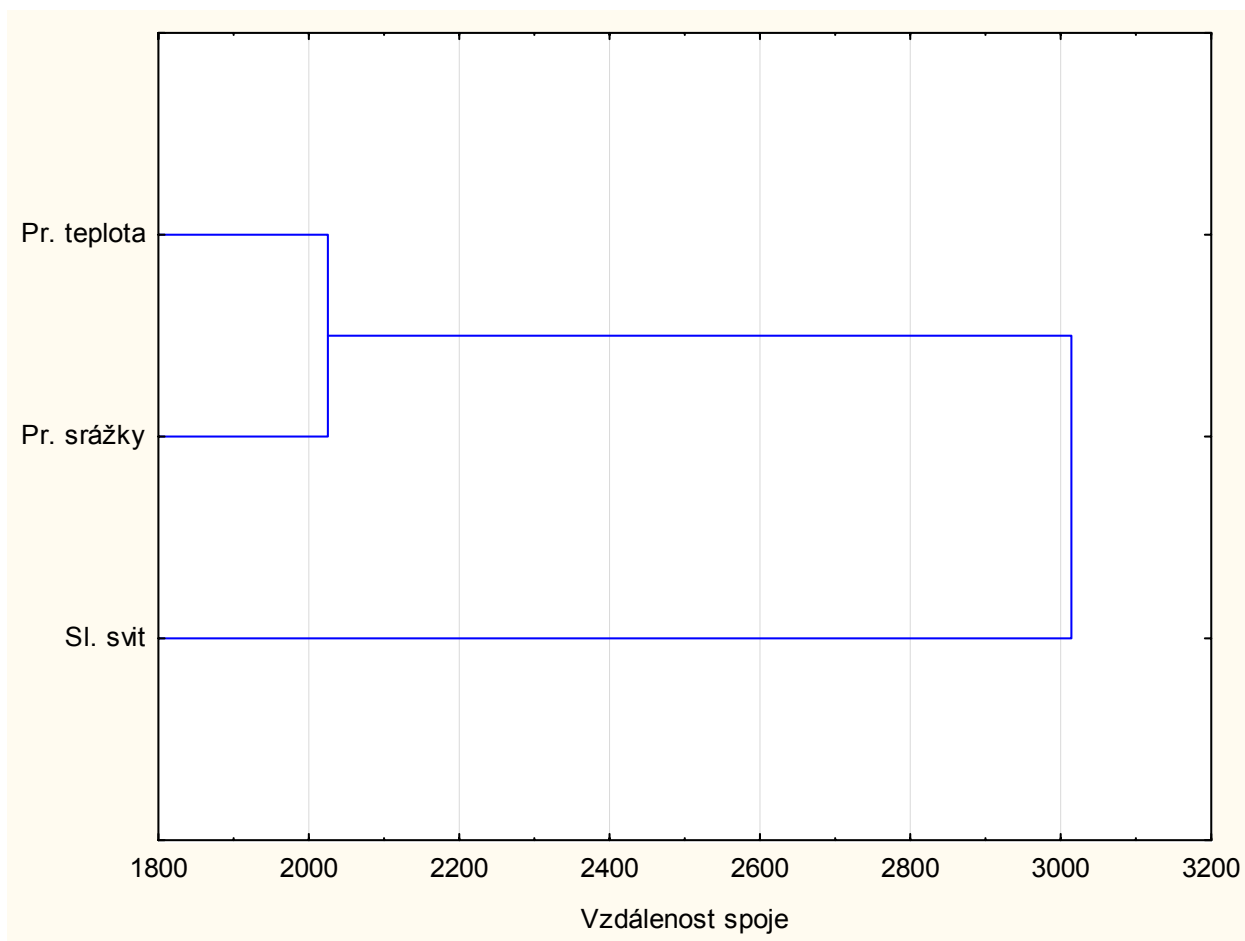
Tabulka 8: Klimatické podmínky (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

Z pohledu kvality dat, jmenovitě směrodatné odchylky, šikmosti a špičatosti jde o homogenní data, kde budoucí predikce je jednoznačná.

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
Teplota (°C)	8,53111111	7,2	9,4	0,702646	-0,57769	0,333588
Srážky (mm/rok)	677,666667	532	867	94,94604	0,69503	1,30185
Sluneční svit (h/rok)	1666	1521	1872	124,7628	0,579388	-1,06064

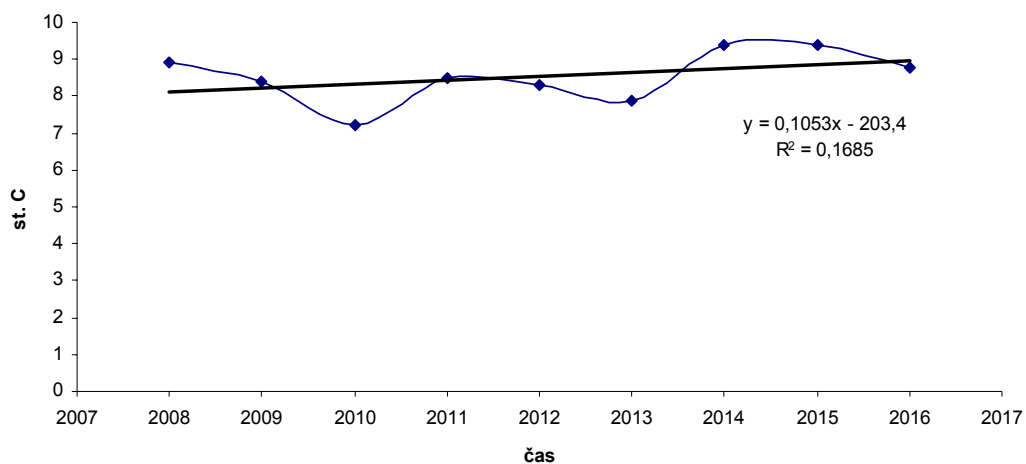
Tabulka 9: Statistické charakteristiky klimatických podmínek (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)

Shluková analýza jednoznačně potvrzuje podobné chování teploty a srážek. Sluneční svit se vzhledem k podstatně větší hodnotě odlišuje.

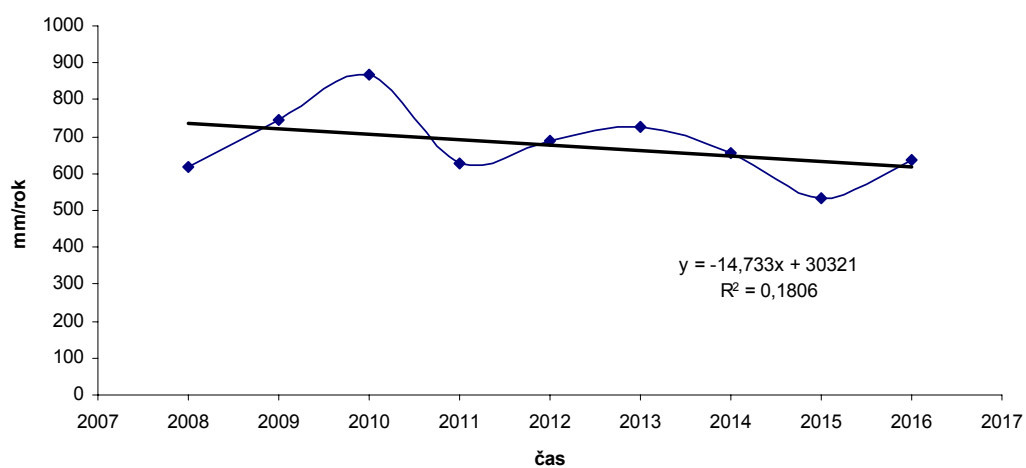


Obrázek 5: Shluková analýza klimatických podmínek (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

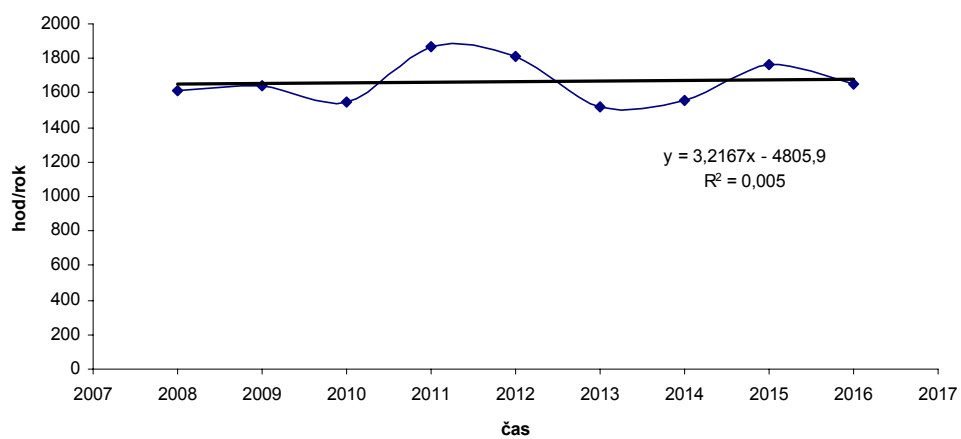
Z pohledu trendů lze pro predikci použít lineární trend, sezónnost zde je přítomna, ale není nijak silná. Pouze obecně lze konstatovat, že uvedené grafy dokumentují známou skutečnost, že dochází ke stálému oteplování planety, tedy tato skutečnost je patrná i v ČR. Naopak počet srážkového úhrnu v letech klesá, jmenovitě jde o lineární pokles o cca 15 mm za rok. Délka slunečního svitu zůstává prakticky konstantní. Je ale zřejmé, že tento postup nemůže pokrýt kvantifikaci extrémních klimatických podmínek, které mohou mít na zemědělství fatální dopady. Protože je práce zaměřena na ČR jako celek, je nutno použít klimatická data pro celek.



Graf 7: Trend růstu teploty (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 8: Trend poklesu srážek (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 9: Trend délky slunečního svitu (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

3.4 Demografické faktory

Z pohledu možných demografických faktorů jde hlavně o to, zachytit možný vztah mezi produkcí zemědělství a měnícím se počtem obyvatel. Tato úvaha je rozdělena do dvou částí. V první je nutno uvážit, zda rostoucí či klesající počet obyvatel změnami poptávky bude ovlivňovat i nabídku zemědělské produkce. Druhým aspektem je to, zda změna výrobního faktoru lidského práce z pohledu kvantity, což je počet pracovníků, či kvality, což předepisuje možná změna průměrné mzdy, je důležitým faktorem.

	Průměrný evidenční počet v tis.osob			Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč
	počet v ČR	pracujících	Pracujících v zemědělství	
2008	10430	4037	119	22592
2009	10491	3816	110	23344
2010	10517	3786	105	23864
2011	10497	3773	104	24455
2012	10509	3775	102	25067
2013	10511	3737	100	25035
2014	10525	3779	97	25768
2015	10543	3854	97	26467

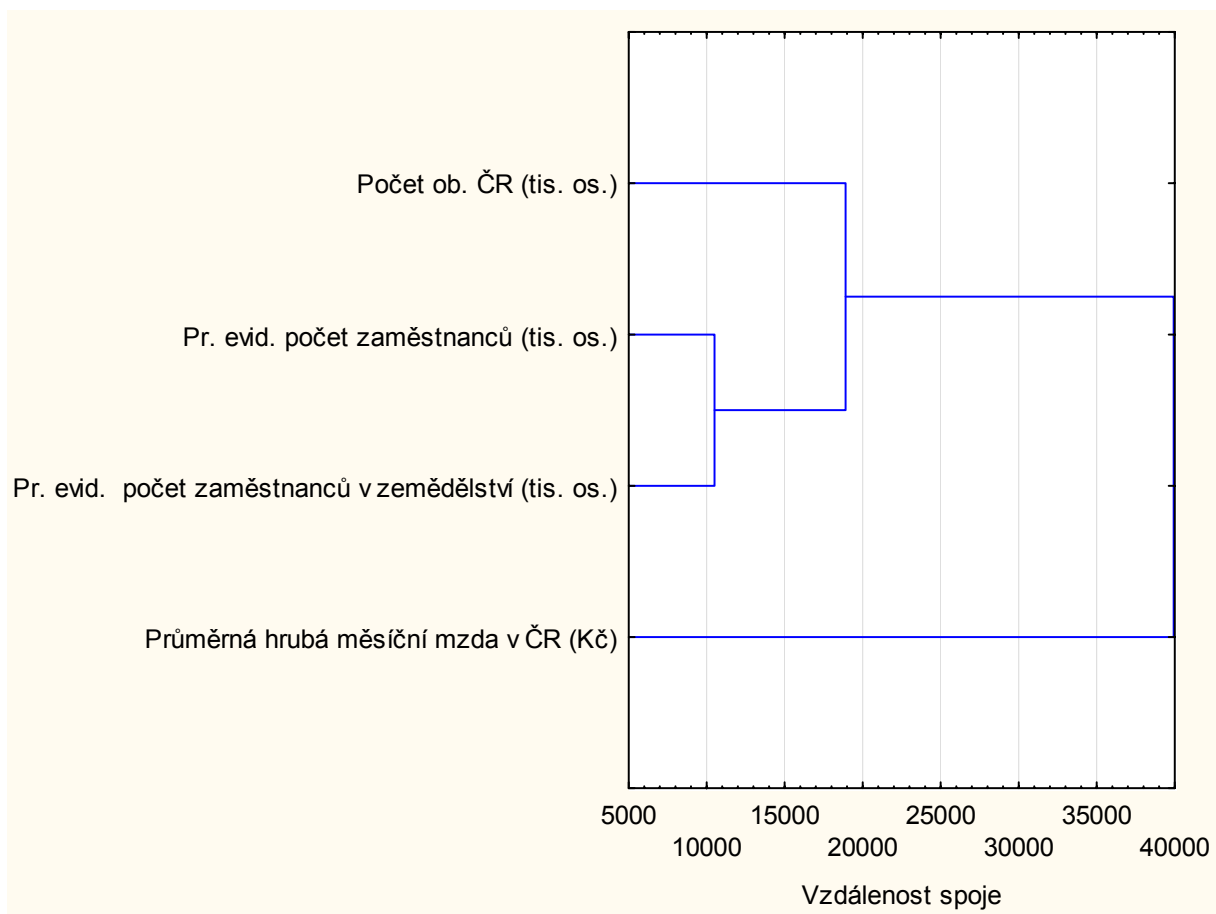
Tabulka 10: Demografické ukazatele ČR (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
Počet ob. ČR (tis. os.)	10502,8541	10429,692	10542,942	33,6331182	-1,5751426	3,5487553
Pr. evid.. počet zaměstnanců (tis. os.)	3819,7125	3737,4	4037,2	94,3040287	2,15167632	5,05951609
Pr. evid. počet zaměstnanců v zemědělství (tis. os.)	104,275	96,8	119,3	7,47084811	1,25313902	1,47375701
Průměrná hrubá měsíční mzda v ČR (Kč)	24574	22592	26467	1277,50538	-0,1190344	-0,6581705

Tabulka 11: Statistické charakteristiky demografických parametrů (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTIKA 12)

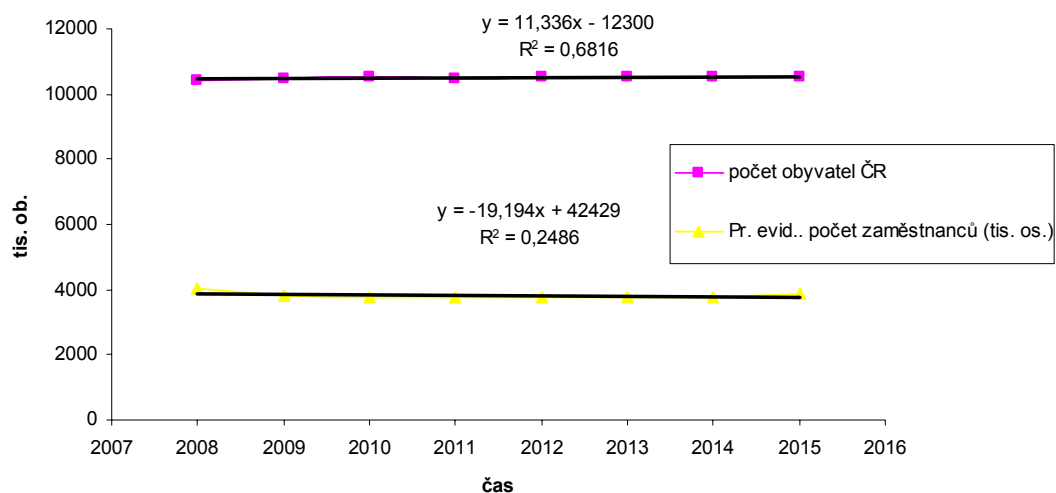
Z výše uvedené tabulky je možno formulovat, že problematickým ukazatelem pro další model bude zřejmě průměrný evidenční počet zaměstnanců v ČR jako celku. Ostatní data vykazují nižší hodnoty špičatosti a šikmosti, jsou tedy více homogenní.

Shluková analýza potvrzuje to, že počty zaměstnanců tvoří podobné proměnné, průměrná mzda se zásadně odlišuje.

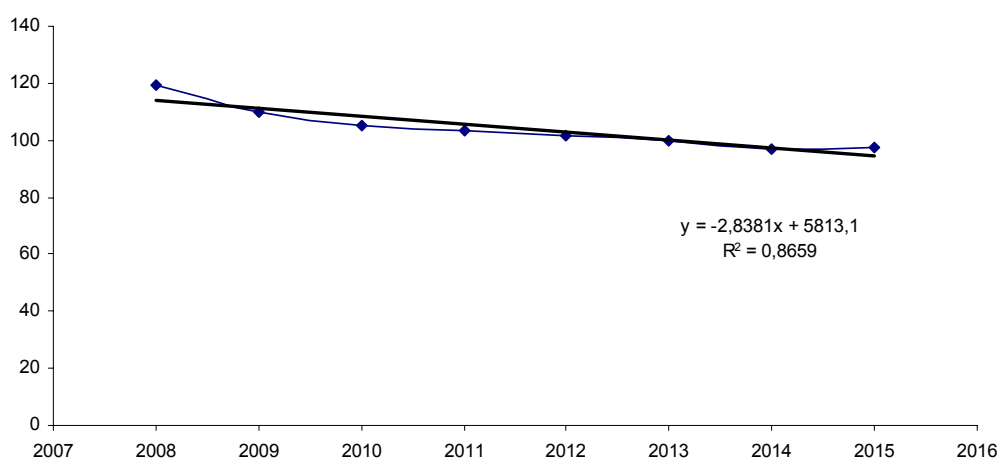


Obrázek 6: Shluková analýza demografických ukazatelů (zdroj: Vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

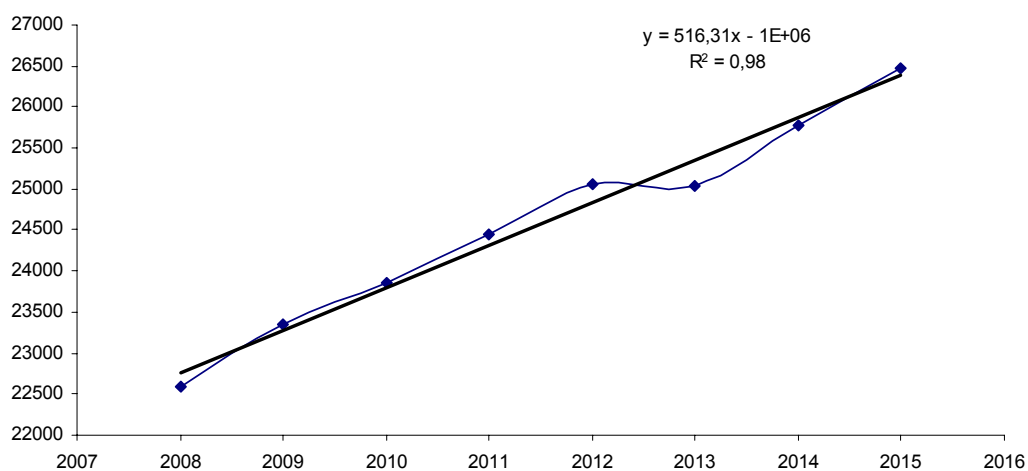
Z pohledu vývoje trendů lze počet obyvatel ČR a počet zaměstnanců celkem označit jako konstantní, naproti tomu počet zaměstnanců v zemědělství vykazuje silný záporný trend, průměrná mzda naopak silný pozitivní trend. Podrobné numerické hodnoty jsou uvedeny v následujících grafech. Z pohledu možných sezónních či náhodných trendů je možno konstatovat, že u demografických ukazatelů se prakticky neprojevují.



Graf 10: Počet obyvatel a počet zaměstnanců v ČR (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 11: Počet zaměstnanců v zemědělství (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)



Graf 12: Trend nárůstu průměrné mzdy (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

3.5 Technologické faktory

Změny v technologii jak zemědělské výroby, tak i ve společnosti jako celku, patří k důležitým faktorům, budou proto autorkou zohledněny i v této práci. Tyto faktory budou rozděleny do dvou okruhů a to z pohledu jejich dopadu. Prvním okruhem jsou obecné faktory, jako je podpora VaV, tyto faktory jsou poměrně úzce provázány s makroekonomickými ukazateli. Druhou částí je přímo změna technologie produkce. Protože je pro autorku nemožné zjistit, jakým způsobem zemědělské podniky např. mění osiva, používají povolená geneticky modifikované odrůdy, využívají jiná masná či dojivá plemena atd., bude faktor interních technologických změn oboru omezen pouze na používání a větší koncentraci hnojiv. Tento postup nalézá oporu v literární rešerši, jmenovitě jde o kapitolu historie zemědělství v ČR s přihlédnutím k období 70. let minulého století.

	Počet subjektů provádějících výzkum a vývoj	Počet zaměstnanců ve výzkumu a vývoji	Výdaje na výzkum a vývoj	Patenty udělené v ČR národním přihlašovatelům	Dovoz high-tech zboží do ČR
	ks	fyzické osoby	mil. Kč	ks	mld. Kč
2008	2 047	74 508	49 872	251	365
2009	2 155	75 788	50 875	385	349
2010	2 392	77 903	52 974	294	462
2011	2 514	82 283	62 753	340	474
2012	2 578	87 528	72 360	423	474
2013	2 568	92 714	77 853	435	465
2014	2 629	97 353	85 104	492	546
2015	2 644	100 128	88 663	605	632

Tabulka 12: VaV ukazatele (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)

	Minerální hnojiva (živiny)	v tom			Vápenatá hnojiva
		dusíkatá	fosforečná	draselná	
2008	98	78	12	8	51
2009	100	80	12	7	48
2010	108	85	14	9	65
2011	113	88	15	10	94
2012	122	94	17	11	111
2013	128	97	18	12	124
2014	131	99	19	13	129
2015	141	107	20	14	134

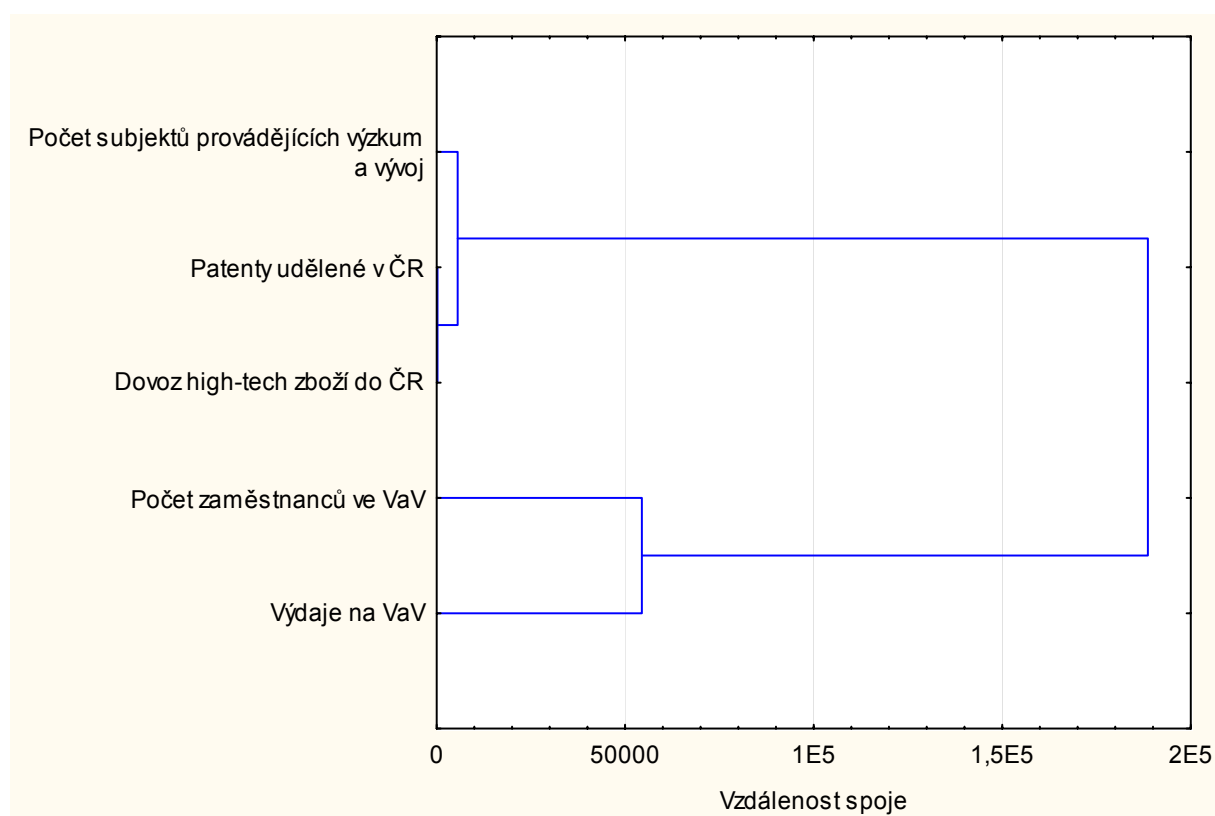
Tabulka 13: Spotřeba hnojiv (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

U proměnných kategorie VaV nedosahuje ani hodnota špičatosti ani šikmosti více než 2, jde tedy o poměrně stabilní homogenní soubor- Podobný komentář lze použít i pro velikost směrodatných odchylek jednotlivých proměnných.

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
Počet subjektů VaV	2440,875	2047	2644	225,5827	-1,07061	-0,35198
Počet zaměstnanců VaV	86025,6	74507,76	100128,1	9940,185	0,265962	-1,69864
Výdaje na výzkum a vývoj	67556,89	49871,98	88663,39	15626,41	0,130898	-1,87504
Patenty udělené v ČR	403,0208	250,5	605	113,1401	0,510392	0,17781
Dovoz high-tech zboží do ČR	470,8611	348,5485	632	90,89341	0,406568	0,393918

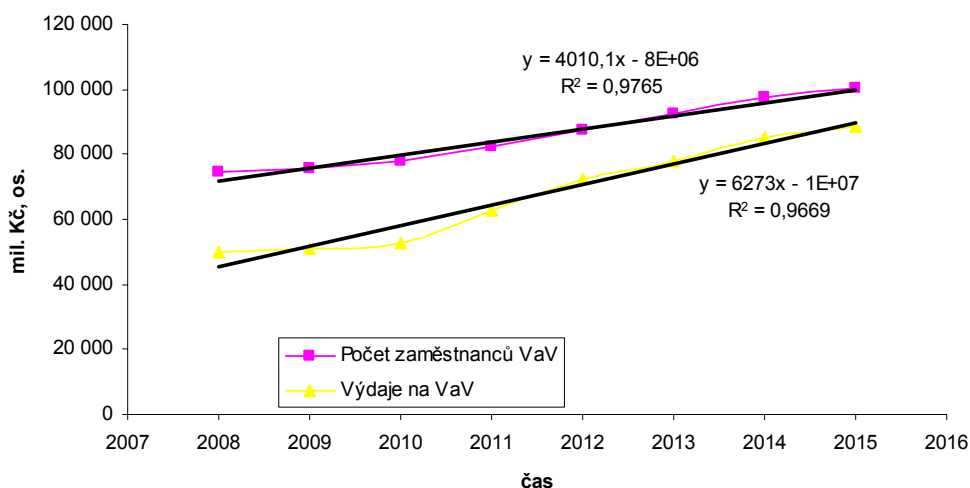
Tabulka 14: Statistické charakteristiky VaV (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTIKA 12)

U shlukové analýzy je možno pozorovat rozdělení do dvou oblastí, první jsou proměnné vycházející z počtu patentů, subjektů a objemu dovozu high - tech produktů. Druhou skupinou je pak počet zaměstnanců a výdaje pro VaV.

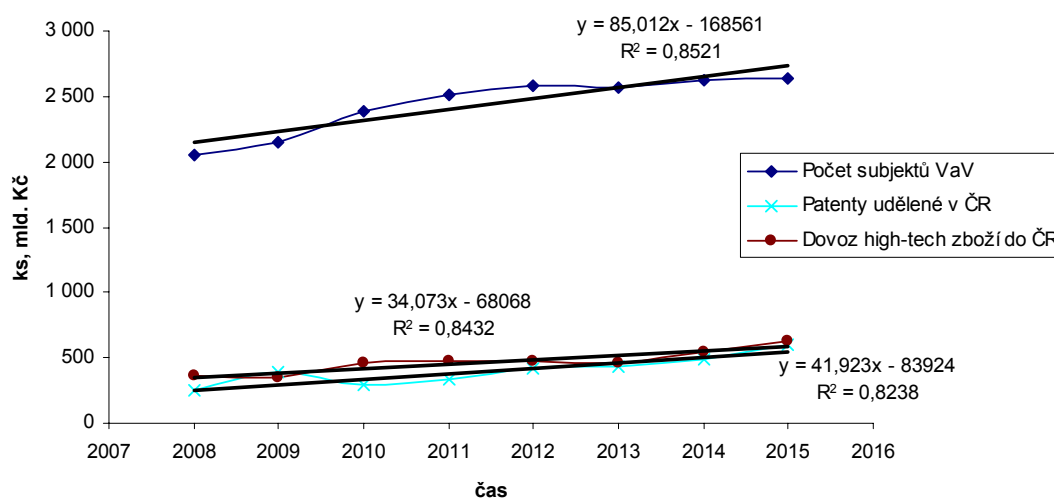


Obrázek 7: Shluková analýza VaV (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTIKA 12)

Vyhodnocení trendů u všech výše komentovaných proměnných ukazuje pouze trendy pozitivní, s minimálními odchylkami a z pohledu spolehlivosti proložení lineární funkcí dosahujících vysokých hodnot koeficientu determinace. Podrobnosti včetně číselných hodnot lze nalézt na následujících grafech.



Graf 13: Trendy počtu zaměstnanců VaV (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)



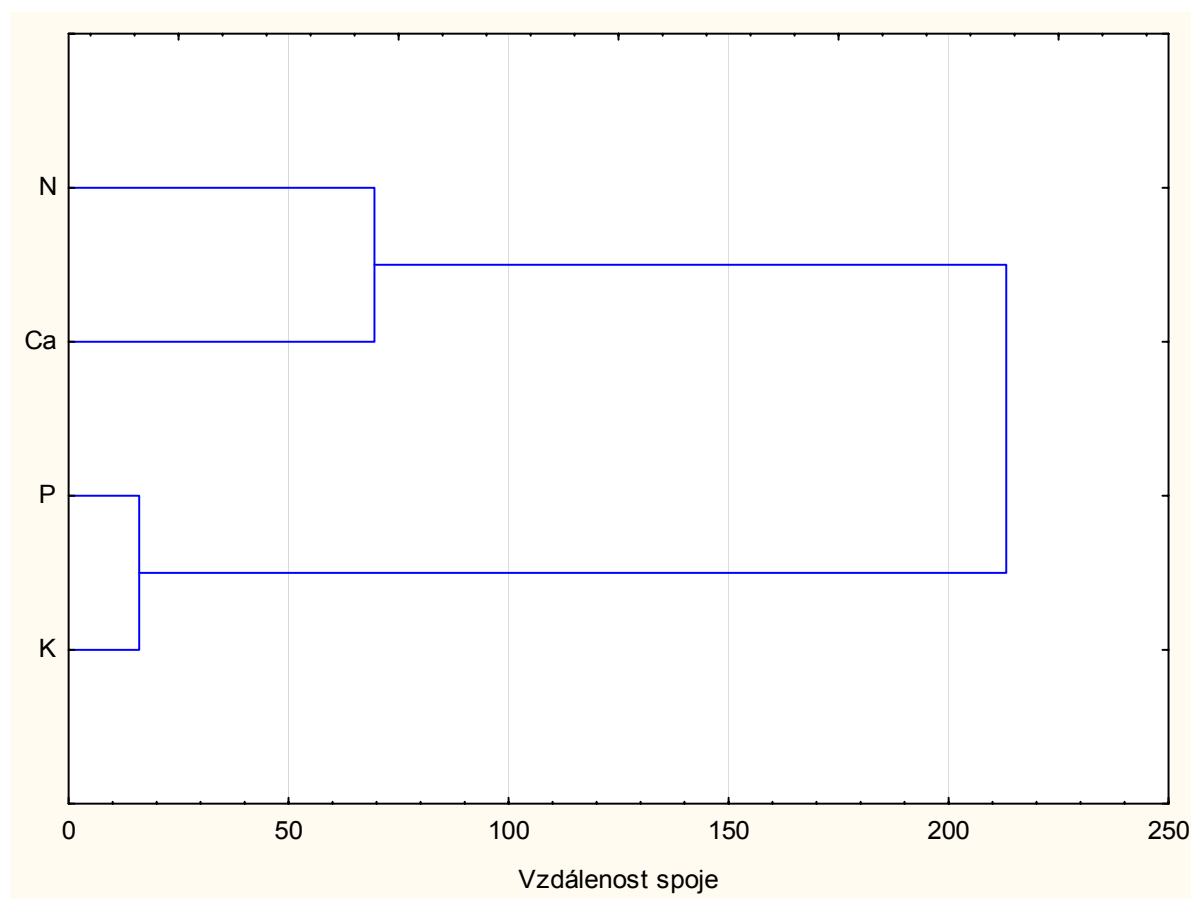
Graf 14: Trendy počtu subjektů, patentů, dovozu VaV (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)

Ani základní statistické charakteristiky použití hnojiv se od předchozího technologického aspektu, tedy působení VaV, zásadně neodlišují. Pouze u fosforu a draslíku jsou vyšší hodnoty špičatosti, nepřesahují ale hodnotu -2, proto je lze bez problému akceptovat. Směrodatná odchylka je zanedbatelná, pouze u vápenatých hnojiv je větší, což je ale možno vysvětlit jejich nepravidelným používáním, respektive hlavním použitím pro snižování Ph půdy, což není pravidelná činnost.

	PRŮMĚR	MINIMUM	MAXIMUM	SM.ODCH.	ŠIKMOST	ŠPIČATOST
Minerální hnojiva	117,587863	98	141,035835	15,3817645	0,116808254	-1,23090737
N	91,1177906	78,1	107,286376	10,0258526	0,210102666	-0,892759814
P	16,0614	12,4	19,8737825	2,9279182	-0,091316465	-1,71167943
K	10,396172	7,2	13,8756757	2,5084194	0,090657068	-1,5432217
Ca	94,4588744	47,8	133,632947	35,5061397	-0,3197373	-1,954791

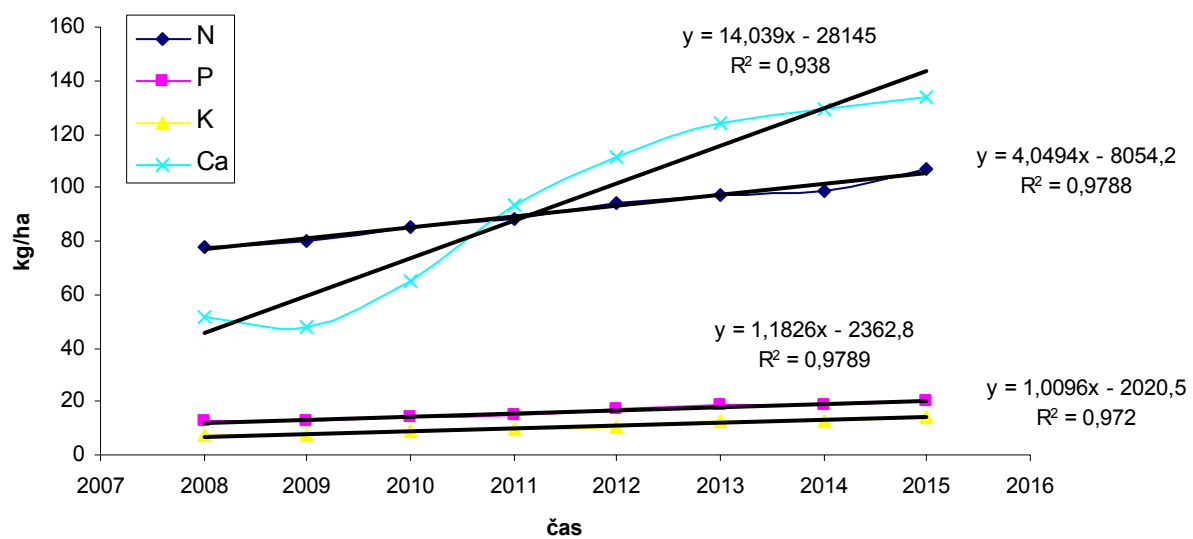
Tabulka 15: Statistické charakteristiky hnojiv (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)

Zajímavostí shlukové analýzy je to, že data o spotřebě hnojiv vápenatých jsou podobné datům hnojiv dusíkatých. Pro tento fakt je nutný hlubší rozbor složení jednotlivých obchodních produktů, což překračuje rámec předkládané diplomní práce, respektive nejde o data veřejně dostupná, respektive podrobné složení nebylo autorkou bohužel nalezeno.



Obrázek 8: Shluková analýza hnojiv (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

I spotřeba hnojiv se v trendové analýze blíží průběhu lineárních trendů, pouze již výše zmiňovaná spotřeba vápenatých hnojiv vykazuje sezónní poklesy a posléze navýšení. Jak již vyplynulo z předchozí části, velikost sezónních trendů není zásadní a lineární trend se pro tyto proměnné dá použít.



Graf 15: Trendy použití hnojiv (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)

4 Tvorba predikčního modelu

Data, se kterými bylo pracováno v předchozí části, respektive ta, která byla v předchozí kapitole zvolena jako možná pro tvorbu dalšího modelu, budou využita v této kapitole. Tato část bude rozdělena do několika na sebe navazujících postupů. Prvním krokem bude určení vzájemné korelace jednotlivých proměnných. Tento krok je důležitý pro to, že i bez další výpočtové části je možno silně korelované proměnné označit jako zásadní faktory. Druhým krokem bude zjištění stacionarity dat. Pro výpočet bude využit KPSS test z prostředí GRETl. Data, nesplňující podmínky stacionarity je sice možné pro tvorbu modelu použít, ale je možné hodnotit vliv pouze na známé časové okamžiky. Data se nedají použít pro budoucí predikci. Poslední částí je provedení vlastní vícefaktorové regrese. Ta bude řešena v prostředí STATISTICA 12. Postup řešení bude následující:

1. Zjištění vzájemných korelací
2. Test stacionarity
3. Model vícenásobné regrese
 - a) Odstranění multikolinearity
 - b) Test homoskedasticity
 - c) Tvorba modelu vícefaktorové regrese

4.1 Korelační matice

Prvním bodem postupu je zjištění těch proměnných, které vykazují korelaci se zkoumanou proměnnou. Protože jde o menší datový vzorek, kde již z předchozí části pomocí koeficientů šikmosti a špičatosti bylo zjištěno, že neodpovídají zcela normálním datům, bude využito neparametrické statistiky. Konkrétně půjde o využití Kendall Tau korelace, protože ta je z pohledu výsledků nejpřesnější, vlastně jde o koeficient, který se běžně příliš nepoužívá. Vzhledem k rozsahu datové základny budou jednotlivé matice rozděleny tak, že bude zkoumán vliv jednotlivě pro rostlinou a živočišnou produkci. Výpočty jsou prováděny v softwaru STATISTICA 12. Červenou barvou jsou vyznačeny statisticky významné proměnné. Výsledky jsou následující:

	Pšenice	Ječmen	Brambory	Cukrovka technická	Řepka	Kukuřice siláž
HDP	0,500	0,000	-0,429	0,357	0,500	0,429
HDP/ob.	0,429	0,071	-0,500	0,286	0,571	0,357
Nezaměstnanost	-0,445	-0,815	-0,148	0,074	-0,222	0,000
Inflace	-0,429	-0,071	0,357	-0,143	-0,429	-0,071
Inflace zem. Výrobců	0,000	-0,357	0,357	0,000	-0,429	-0,071
CZK/EUR	0,357	0,000	-0,429	0,071	0,643	0,143
CZK/USD	0,143	-0,071	-0,643	0,429	0,429	0,357
Deficit vládních institucí	0,500	0,143	-0,429	0,214	0,357	0,143
Počet obyvatel ČR	0,286	-0,357	-0,500	0,286	0,286	0,214
Průměrný evidenční počet zaměstnanců	0,071	0,571	0,143	-0,500	-0,071	-0,286
Průměrný evidenční počet zaměstnanců v zemědělství	-0,429	0,214	0,500	-0,571	-0,571	-0,500
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	0,286	-0,071	-0,500	0,571	0,429	0,500
Průměrná roční teplota	0,618	0,618	0,109	0,182	0,327	0,255
Průměrné roční srážky	-0,429	-0,500	-0,071	-0,143	-0,143	-0,214
Průměrný roční sluneční svit	-0,071	0,143	0,286	0,214	-0,214	0,286
Počet subjektů VaV	0,286	-0,071	-0,500	0,571	0,429	0,500
Počet zaměstnanců VaV	0,357	-0,143	-0,571	0,500	0,500	0,429
Výdaje na VaV	0,357	-0,143	-0,571	0,500	0,500	0,429
Patenty udělené v ČR	0,357	0,000	-0,571	0,357	0,643	0,429
Vývoz high-tech zboží z ČR	0,357	0,000	-0,429	0,500	0,357	0,429
Dovoz high-tech zboží do ČR	0,429	0,071	-0,357	0,571	0,286	0,500
Minerální hnojiva (živiny)	0,357	-0,143	-0,571	0,500	0,500	0,429
N	0,357	-0,143	-0,571	0,500	0,500	0,429
P	0,400	-0,109	-0,546	0,473	0,473	0,400
K	0,429	-0,071	-0,500	0,429	0,429	0,357
Ca	0,429	-0,071	-0,500	0,429	0,429	0,357

Tabulka 16: Kendall Tau korelace rostlinné výroby (zdroj: vlastní zpracování STATISTICA 12)

Tabulka obsahuje pouze několik statisticky významných proměnných. Potěšujícím faktem je to, že hodnoty korelačního koeficientu prakticky nedosahují vyšší hodnoty než 0,7. Tento fakt znamená, že jde o standardní korelační matici, která není zatížena vztahy mezi proměnnými navzájem. Problematickou položkou jsou ale brambory. To z důvodu toho, že vykazují silnější korelace s proměnnými, které je zřejmě přímo neovlivňují. Výzkum a vývoj v oblasti bramborářství jistě nemůže být zásadním faktorem. Z tohoto důvodu budeme uvažovat, že pro případ brambor se jedná o tzv. „nepravou korelaci“, tedy není prokázána kauzalita vztahu proměnných. Tuto plodinu zřejmě ovlivňují i jiné faktory, než byly definovány v tabulce. Pokud další testy označí brambory jako problematickou proměnnou, bude z tvorby modelu vynechána.

	Výroba jatečného skotu	Výroba mléka	Výroba jatečných prasat	Výroba jatečné drůbeže	Snáška konzumních vajec
HDP	-0,286	0,786	-0,571	-0,071	-0,214
HDP/ob.	-0,214	0,857	-0,500	0,000	-0,143
Nezaměstnanost	-0,371	-0,371	-0,148	-0,445	-0,519
Inflace	0,214	-0,429	0,214	-0,143	0,000
Inflace zem. Výrobců	-0,214	-0,429	0,214	-0,429	0,000
CZK/EUR	-0,143	0,500	-0,143	0,214	0,071
CZK/USD	-0,214	0,571	-0,643	0,000	-0,429
Deficit vládních institucí	-0,286	0,643	-0,429	-0,071	-0,071
Počet obyvatel ČR	-0,357	0,429	-0,500	0,000	-0,286
Průměrný evidenční počet zaměstnanců	0,714	0,071	0,429	0,786	0,500
Průměrný evidenční počet zaměstnanců v zemědělství	0,500	-0,571	0,643	0,286	0,286
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	-0,357	0,571	-0,786	-0,143	-0,429
Průměrná roční teplota	0,182	0,400	-0,036	0,255	0,327
Průměrné roční srážky	-0,214	-0,429	0,071	-0,143	-0,143
Průměrný roční sluneční svit	0,143	-0,071	-0,143	-0,071	0,071
Počet subjektů VaV	-0,357	0,571	-0,786	-0,143	-0,429
Počet zaměstnanců VaV	-0,429	0,643	-0,714	-0,214	-0,357
Výdaje na VaV	-0,429	0,643	-0,714	-0,214	-0,357
Patenty udělené v ČR	-0,286	0,786	-0,571	-0,071	-0,214
Vývoz high-tech zboží z ČR	-0,286	0,643	-0,714	-0,071	-0,357
Dovoz high-tech zboží do ČR	-0,214	0,571	-0,643	-0,143	-0,286
Minerální hnojiva (živiny)	-0,429	0,643	-0,714	-0,214	-0,357
N	-0,429	0,643	-0,714	-0,214	-0,357
P	-0,400	0,691	-0,691	-0,182	-0,327
K	-0,357	0,714	-0,643	-0,143	-0,286
Ca	-0,357	0,714	-0,643	-0,143	-0,286

Tabulka 17: Kendall Tau korelace živočišné produkce (zdroj: vlastní zpracování STATISTICA 12)

U živočišné produkce jsou výsledky zajímavější. První odlišností oproti předchozímu vzorku je to, že obsahuje daleko více statisticky významných korelací. Podobně jako u rostlinné produkce, i zde se ukazují signifikantní vztahy mezi proměnnými z oblasti VaV. S těmito proměnnými bude postupováno stejně, jako v případě brambor. Výzkum a vývoj v oblasti produkce mléka jistě není jedním z hlavních faktorů, stejně tak použití hnojiv. Klimatické faktory mají na užitkovost zemědělských zvířat pouze omezený vliv. Proto proměnné mléko a produkce jatečných prasat lze z dalších výpočtů vynechat.

4.2 Test stacionarity

V matematice a statistice je stacionární proces takový stochastický proces, jehož společné rozdělení pravděpodobnosti se nezmění působením času. V důsledku toho se parametry, jako například průměr a rozptyl, pokud se vyskytují, také nemění v průběhu času. Vzhledem k tomu, že stacionární charakteristika je předpokladem mnoha statistických postupů používaných v analýze časových řad, jsou nestacionární data často transformována, aby se stala stacionární. Nejčastější příčinou porušení stacionarity jsou trendy v průměru, což může být způsobeno buď přítomností buď jednotkové kořene, nebo deterministického trendu.

Pro výpočet bude využito ukazatele KPSS. Jde o ukazatel autorů Kwiatkowského, Phillipse, Schmidta a Shina. Výpočet bude prováděn v prostředí GRET. Definice testu je:

H_0 : Časová řada je stacionární.

H_1 : Časová řada není stacionární.

Nulová hypotéza jednotkového kořene je zamítnuta, jestliže testovací statistika je větší než kritická hodnota. Pro KPSS jsou kritické hodnoty následující:

p - hodnota na hl. významnosti		
10%	5%	1%
0,132	0,152	0,186

Tabulka 18: KPSS test kritické hodnoty (zdroj: software GRET)

Výsledky jsou vloženy do následující tabulky. Rozdíl mezi stacionaritou a slabou stacionaritou je ten, že pokud se hodnota KPSS testu odlišuje od p-hodnoty do rozdílu 0,01, je brán proces jako slabě stacionární a v dalších výpočtech s ním bude naloženo jako s procesem stacionárním. Dále tabulka červeně vyznačuje ty proměnné, které budou vynechány z důvodu, že byly v předchozím testu definovány jako „nepravě korelované“, nebo nejsou stacionární. Výsledky přináší následující tabulka:

	KPSS test	Stacionarita	Slabá stacionarita	Nepráva korelace
Pšenice	0,158	Ne	Ano	ne
Ječmen	0,155	Ne	Ano	ne
Brambory	0,262	Ne	Ne	Ano
Cukrovka technická	0,157	Ne	Ano	Ne
Řepka	0,128	Ano	Ano	Ne
Kukuřice siláž	0,152	Ano	Ano	Ne
Výroba jatečního skotu	0,159	Ne	Ano	Ne
Výroba mléka	0,148	Ano	Ano	Ano
Výroba jatečních prasat	0,254	Ne	Ne	Ano
Výroba jateční drůbeže	0,142	Ano	Ano	Ne
Snáška konzumních vajec	0,144	Ano	Ano	Ne
HDP	0,156	Ne	Ano	Ne
HDP/ob.	0,157	Ne	Ano	-
Nezaměstnanost	0,161	Ne	Ano	-
Inflace	0,135	Ano	Ano	-
Inflace zem. Výrobců	0,148	Ano	Ano	-
CZK/EUR	0,127	Ano	Ano	-
CZK/USD	0,145	Ano	Ano	-
Deficit vládních institucí	0,171	Ne	Ne	-
Počet obyvatel ČR	0,143	Ano	Ano	-
Průměrný evidenční počet zaměstnanců	0,160	Ne	Ano	-
Průměrný evidenční počet zaměstnanců v zemědělství	0,154	Ne	Ano	-
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	0,137	Ano	Ano	-
Průměrná roční teplota	0,176	Ne	Ne	-
Průměrné roční srážky	0,206	Ne	Ne	-
Průměrný roční sluneční svit	0,148	Ano	Ano	-
Počet subjektů VaV	0,137	Ano	Ano	-
Počet zaměstnanců VaV	0,131	Ano	Ano	-
Výdaje na VaV	0,130	Ano	Ano	-
Patenty udělené v ČR	0,166	Ne	Ne	-
Dovoz high-tech zboží do ČR	0,136	Ano	Ano	-
Minerální hnojiva (živiny)	0,172	Ne	Ne	-
N	0,213	Ne	Ne	-
P	0,122	Ano	Ano	-
K	0,158	Ano	Ano	-
Ca	0,123	Ano	Ano	-

Tabulka 19: Stacionarita dat (zdroj: vlastní zpracování v GRETl)

4.3 Model vícenásobné regrese

Vlastní tvorba modelu bude vycházet z několika navazujících kroků. Proměnné vstupující do modelu byly definovány v předchozí části.

Obecný tvar predikčního modelu, který vychází z literární rešerše je následující:

$$Y = \text{absolutní člen} + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

Y je závisle proměnná, jejíž hodnoty se snažíme predikovat, a je konstanta, hodnoty b_1 , b_2 , b_3 , jsou regresní koeficienty (říká se jim také parciální regresní koeficienty) a X_1 , X_2 , X_3 , jsou hodnoty nezávisle proměnné, absolutní člen udává nulový posun regresní funkce. Tento pojem je zaveden v souvislosti s proměnou programu STATISTICA 12, kde budou výpočty prováděny.

Při tvorbě je třeba splnit několik nezbytných předpokladů nutných pro aplikaci tohoto postupu. Těmito předpoklady jsou:

1. Závisle proměnná Y musí být proměnná metrická (měřena na intervalové úrovni).
2. Nezávisle proměnné jsou měřeny rovněž na intervalové úrovni.
3. Nezávisle proměnné by neměly být mezi sebou příliš vysoce korelovány, neboť to je porušením požadavku na absenci multikolinearity. Pokud v datech existuje multikolinearita, výsledky regrese jsou nespolehlivé.
4. V datech nesmějí být odlehlé hodnoty (outliers), neboť na ty je regresní analýza citlivá.
5. Proměnné musejí být v lineárním vztahu. Absence linearity způsobuje, že i důležité vztahy mezi proměnnými, pokud nejsou lineární, zůstanou neodhaleny.
6. Proměnné jsou normálně rozloženy, jinak hrozí nepřesnost výsledků. Nejlepším řešením je udělat průzkum rozložení každé proměnné, která vstupuje do analýzy.
7. Vztahy mezi proměnnými vykazují homoskedascitu, tedy homogenitu rozptylu. Což znamená, že rozptyl v datech jedné proměnné bude víceméně shodný pro všechny hodnoty druhé proměnné.²⁹

²⁹ RABUŠIC, Ladislav. Mnohonásobná lineární regrese. *Studijní materiály k předmětu SOC418 Analýza kategorizovaných dat*, 2004.

4.3.1 Multikolinearita

Dalším krokem postupu je odstranění proměnných, které spolu silně korelují. Nejvíce problematická část je u technologických faktorů, tedy u spotřeby hnojiv a nákladů na VaV. Podrobnosti ukazuje následující tabulka.

proměnná	Počet subjektů VaV	Počet zaměstnanců VaV	Výdaje na VaV	Patenty udělené v ČR	Dovoz high-tech zboží do ČR	Minerální hnojiva (živiny)	N	P	K	Ca
Počet subjektů VaV	1,000	0,929	0,929	0,786	0,857	0,929	0,929	0,909	0,857	0,857
Počet zaměstnanců VaV	0,929	1,000	1,000	0,857	0,786	1,000	1,000	0,982	0,929	0,929
Výdaje na VaV	0,929	1,000	1,000	0,857	0,786	1,000	1,000	0,982	0,929	0,929
Patenty udělené v ČR	0,786	0,857	0,857	1,000	0,643	0,857	0,857	0,837	0,786	0,786
Vývoz high-tech zboží z ČR1)	0,929	0,857	0,857	0,714	0,929	0,857	0,857	0,909	0,929	0,929
Dovoz high-tech zboží do ČR	0,857	0,786	0,786	0,643	1,000	0,786	0,786	0,837	0,857	0,857
Minerální hnojiva (živiny)	0,929	1,000	1,000	0,857	0,786	1,000	1,000	0,982	0,929	0,929
N	0,929	1,000	1,000	0,857	0,786	1,000	1,000	0,982	0,929	0,929
P	0,909	0,982	0,982	0,837	0,837	0,982	0,982	1,000	0,982	0,982
K	0,857	0,929	0,929	0,786	0,857	0,929	0,929	0,982	1,000	1,000
Ca	0,857	0,929	0,929	0,786	0,857	0,929	0,929	0,982	1,000	1,000

Tabulka 20: Multikolinearita proměnných (zdroj: vlastní zpracování)

Z těchto proměnných bude vybrána pouze jedna, konkrétně půjde o spotřebu hnojiv. Existence této proměnné v modelu bude zachycovat i změnu ostatních, protože korelace s touto proměnou u ostatních vždy přesahuje 0,9, až na jednu hodnotu, která ale i tak vykazuje korelaci o hodnotě zhruba 0,8.

Původní model bude podroben opět analýze multikolinearity. Hodnoty jsou nyní následující:

	HDP	HDP/ob.	Inflace	Inflace zem. Výrobců	CZK/USD	Deficit vládních institucí	počet ob. v CR	Počet prac. v zemědělství	Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč
HDP	1,000	0,929	-0,357	-0,214	0,643	0,714	0,643	-0,786	0,786
HDP/ob.	0,929	1,000	-0,286	-0,286	0,571	0,786	0,571	-0,714	0,714
Nezaměstnanost	-0,222	-0,296	0,222	0,148	0,000	-0,371	0,148	0,000	-0,074
Inflace	-0,357	-0,286	1,000	0,571	-0,571	-0,214	-0,571	0,429	-0,429
Inflace zem. Výrobců	-0,214	-0,286	0,571	1,000	-0,571	-0,071	-0,286	0,286	-0,429
CZK/EUR	0,286	0,357	-0,786	-0,643	0,500	0,143	0,500	-0,500	0,357
CZK/USD	0,643	0,571	-0,571	-0,571	1,000	0,357	0,714	-0,714	0,857
Deficit vládních institucí	0,714	0,786	-0,214	-0,071	0,357	1,000	0,357	-0,500	0,500
počet v CR	0,643	0,571	-0,571	-0,286	0,714	0,357	1,000	-0,714	0,714
Průměrný evidenční počet zaměstnanců v tis.osob	-0,143	-0,071	-0,071	-0,214	-0,071	-0,143	-0,071	0,357	-0,214
počet v zemědělství	-0,786	-0,714	0,429	0,286	-0,714	-0,500	-0,714	1,000	-0,857
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	0,786	0,714	-0,429	-0,429	0,857	0,500	0,714	-0,857	1,000
teplota	0,327	0,400	-0,255	-0,255	0,109	0,473	-0,036	-0,182	0,255
srazky	-0,357	-0,429	0,000	0,000	-0,143	-0,500	0,000	0,143	-0,286
svit	0,000	-0,071	0,071	0,071	-0,071	-0,143	-0,071	0,071	0,071

Tabulka 21: Multikolinerita ostatních proměnných (zdroj: vlastní zpracování)

Protože je zde silný vztah mezi HDP celkem a HDP na obyvatele, bude v dalším modelu uvažována pouze proměnná HDP. Inflace vykazují vztah se směnnými kurzy, silně multikorelován je i směnný kurz Kč/US\$. Proto bude ponechána pouze proměnná kurzu na Euro. Tento krok má logické opodstatnění i v tom, že většina obchodů se zemědělskými komoditami je v rámci EU, tedy platidlem je a bude Euro. Podobný vztah je i mezi počtem obyvatel v ČR a počtem zaměstnanců v zemědělství. Z těchto dvou proměnných je zvolena „počet zaměstnanců v zemědělství“ a to z toho důvodu, že obsahuje pouze 5 statisticky významných multikolinearit. Podobně je na tom průměrná měsíční mzda. I ta bude v modelu ponechána.

Výsledná matice proměnných tedy je:

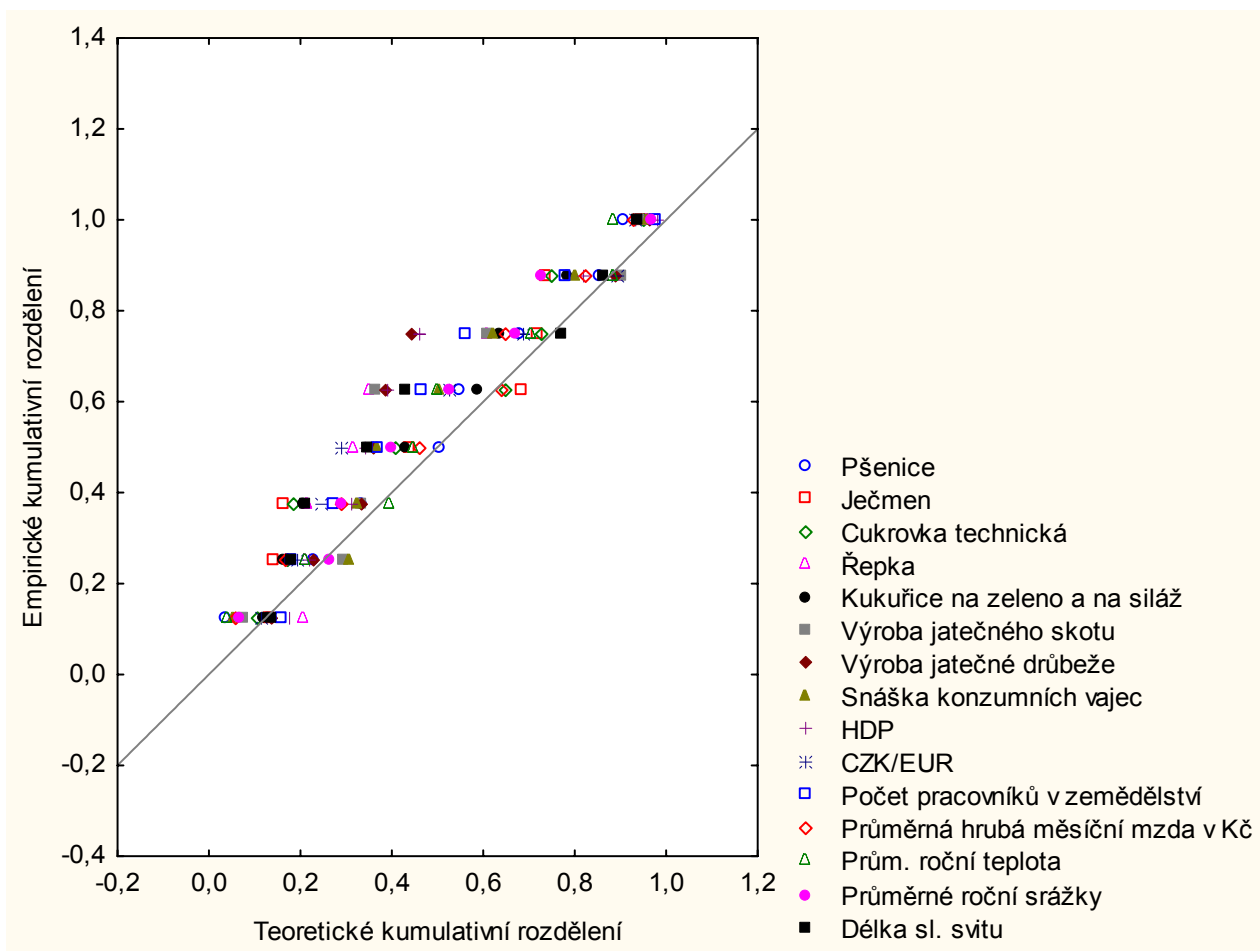
	HDP	CZK/EUR	počet prac. v zemědělství	Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	Prům. teplota	Prům. srážky	Prům. sl. svit	Minerální hnojiva
HDP	1,000	0,286	-0,786	0,786	0,327	-0,357	0,000	0,857
CZK/EUR	0,286	1,000	-0,500	0,357	0,255	0,071	-0,286	0,429
počet v zemědělství	-0,786	-0,500	1,000	-0,857	-0,182	0,143	0,071	-0,929
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	0,786	0,357	-0,857	1,000	0,255	-0,286	0,071	0,929
teplota	0,327	0,255	-0,182	0,255	1,000	-0,691	0,182	0,182
srážky	-0,357	0,071	0,143	-0,286	-0,691	1,000	-0,357	-0,214
svit	0,000	-0,286	0,071	0,071	0,182	-0,357	1,000	0,000
Minerální hnojiva	0,857	0,429	-0,929	0,929	0,182	-0,214	0,000	1,000

Tabulka 22: Výsledná matice proměnných (zdroj: Vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Multikolinearita prakticky vymizela, koeficienty korelace jsou až na několik případů zanedbatelné. K této matici pak bude doplněna příslušná zemědělská produkce, jak byla zvolena v předchozím textu. Půjde tedy o matici s hodnotí 8 proměnných.

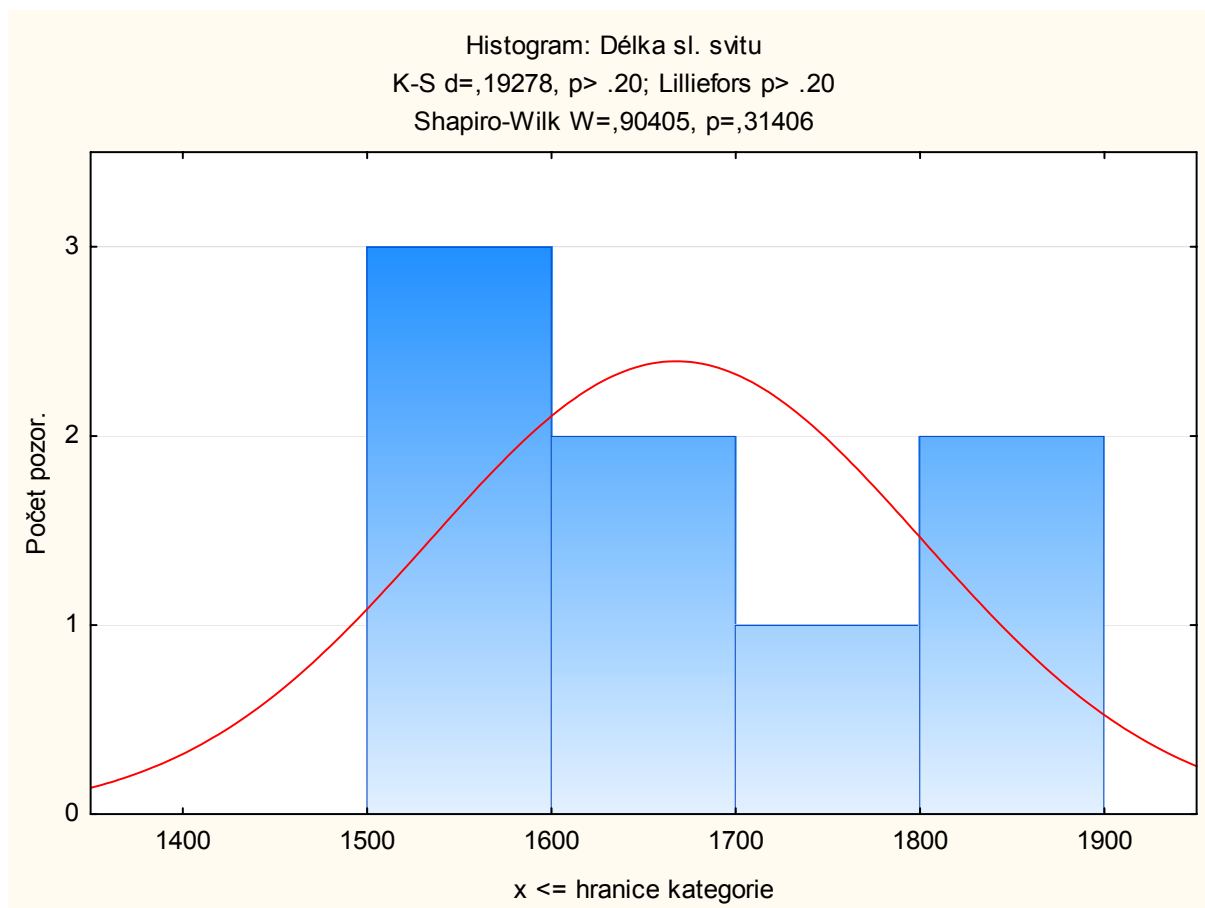
4.3.2 Homoskedasticita dat

Protože grafické znázornění zkoumaných proměnných bylo provedeno v předchozí části, bude nyní nutné testovat normalitu dat, jelikož je nezbytností pro další postup. Pro přehlednost bude využit P-P graf.



Graf 16: P- P graf (vlastní zpracování STATISTICA)

Důvodem, proč byl zvolen právě P-P grafu je to, že vizuálně jasně dokumentuje normalitu rozložení dat. Pokud se data nacházejí na centrální přímce, jsou normálně rozložena. V tomto případě data na centrální přímce neleží, pouze se centrální přímce přibližují. Z grafického znázornění nevyplynou žádné zásadní odlišnosti. Proto lze normalitu dat předpokládat, respektive podobně jako u pojmu stacionarita lze zavést pojem slabě normovaně rozložená data. Pro podrobnější numerické potvrzení této podmínky by bylo možné provést např. Kolmogorov Smirnov test, který by pro proměnnou Délka slunečního svitu měl hodnoty:



Graf 17: Kolmogorov - Smirnov test (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Dle porovnání kritických hodnot je zřejmé, že odchylku od normality nejsou zásadní a lze tedy formulovat podobné doporučení, jako v případě P – P grafu.

4.3.3 Vlastní regresní model

V této části nebude autorka řešit pouze jeden model, ale kombinaci modelů několika. Tento postup byl zvolen z následujících důvodů:

- Jak již vyplynulo z předchozí části, zemědělská produkce není homogenní. Z tohoto důvodu bude řešena každá zemědělská produkce izolovaně.
- Pokud byly v předchozím sdělení definovány regresory, bude právě zajímavé porovnání jejich numerických hodnot. Lze totiž předpokládat, že mezi jednotlivými numerickými výpočty budou existovat značné rozdíly.
- Pokud bude některý regresor obsažen ve více modelech, narůstá tím jeho váha. Pokud by jeden existoval ve více modelech, patří určitě k nejdůležitějším.

Jednotlivé modely budou seřazeny podle toho, jak byly popisovány v předešlém textu.

4.3.3.1 Model produkce pšenice

Prvním z nich je produkce pšenice. Výsledky jsou následující:

$R^2 = ,66187539$ upravené $R^2 = ,43807903$	b^*	Sm.chyba (z b^*)	b	Sm.chyba (z b)	t(6)	p-hodn.
Abs.člen			-3327,60	3681,310	- 0,903918	0,400873
HDP	0,661875	0,306029	1,93	0,893	2,162789	0,073792

Tabulka 23: Model produkce pšenice (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Model sice nedosahuje příliš velké spolehlivosti, koeficient determinace je pouze 66%, ale obsahuje pouze jednu proměnnou, která je pro produkci pšenice zásadní. Porovnání reálných a predikovaných hodnot je následující:

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	4631,502	4425,151	206,351	-0,487390	0,41128	200,0210
2009	4358,073	4244,586	113,487	-0,927644	0,22619	249,8223
2010	4161,553	4306,032	-144,479	-0,777828	- 0,28796	230,7009
2011	4913,048	4460,695	452,353	-0,400727	0,90160	192,9782
2012	3518,896	4511,198	-992,302	-0,277590	- 1,97779	185,0322
2013	4700,696	4584,985	115,710	-0,097683	0,23063	178,3508
2014	5442,349	5001,379	440,969	0,917570	0,87891	248,4809
2015	5274,272	5466,361	-192,089	2,051291	- 0,38286	427,5307
Minimum	3518,896	4244,586	-992,302	-0,927644	- 1,97779	178,3508
Maximum	5442,349	5466,361	452,353	2,051291	0,90160	427,5307
Průměr	4625,049	4625,049	0,000	0,000000	0,00000	239,1146
Medián	4666,099	4485,946	114,599	-0,339159	0,22841	215,3609

Tabulka 24: Rezidua produkce pšenice (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Předpovězené hodnoty v letech 2008 až 2011 dosahují odchylek řádově do 10%, jde tedy o přijatelnou přesnost. V roce 2012 dochází ke zlomu, zde je odchylka reálných dat a předpovědi zhruba 30%, v dalších letech se přesnost opět vrací do řádu kolem nebo méně než 10%. Celkově jde tedy o přijatelný model.

Analogicky bude postupováno i u dalších proměnných.

4.3.3.2 Model produkce ječmenu

Produkce ječmenu je ovlivněna celkem třemi proměnnými, statisticky významné jsou pouze dvě. Projevuje se zde vliv klimatických podmínek a vliv změny počtu pracovníků v zemědělství. Poslední proměnnou, i když ne statisticky významnou je směnný kurz koruny vůči euru. Logické vysvětlení těchto hodnot může být následující. Jde o plodinu, která se může exportovat, převážným využitím ječmene pro krmné účely, kde následná produkce je kurzem koruny jistě ovlivněna. Podobné vysvětlení lze definovat i pro sladovnický ječmen. Vliv počtu pracovníků je neočekávaný, technologicky se totiž ječmen nijak zásadně neodlišuje od pšenice. Tento ukazatel tedy zřejmě pouze odráží skutečnost, že kauzalita problému může být jiná.

$R^2 = ,96919126$ Upravené $R^2 = ,94608470$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(4)	p-hodn.
Abs.člen			- 4190,90	856,4842	- 4,89314	0,008084
Prům. roční teplota	0,693909	0,108014	223,98	34,8651	6,42425	0,003018
Počet pracovníků v zemědělství	0,764095	0,107009	24,58	3,4421	7,14045	0,002035
CZK/EUR	0,278531	0,127127	60,84	27,7708	2,19096	0,093592

Tabulka 25: Model produkce ječmenu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Model dosahuje větší přesnosti než předchozí, tedy i odchylky od reálného stavu a výpočtů modelu jsou podstatně menší, řádově v jednotkách procent.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	2243,865	2252,341	-8,4763	1,69339	- 0,15191	50,37323
2009	2003,032	2005,678	-2,6456	0,65078	- 0,04741	38,24911
2010	1584,456	1551,104	33,3516	-1,27064	0,59770	43,28307
2011	1813,679	1755,205	58,4735	-0,40793	1,04791	42,66019
2012	1616,467	1700,058	-83,5912	-0,64103	- 1,49805	30,96635
2013	1593,760	1611,870	-18,1102	-1,01379	- 0,32456	30,68964
2014	1967,049	1968,965	-1,9159	0,49560	- 0,03434	38,95617
2015	1991,415	1968,501	22,9143	0,49364	0,41065	36,63878
Minimum	1584,456	1551,104	-83,5912	-1,27064	- 1,49805	30,68964
Maximum	2243,865	2252,341	58,4735	1,69339	1,04791	50,37323
Průměr	1851,715	1851,715	0,0000	0,00000	0,00000	38,97707
Medián	1890,364	1861,853	-2,2808	0,04285	- 0,04087	38,60264

Tabulka 26: Rezidua produkce ječmenu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

4.3.3.3 Model produkce cukrovky

Model produkce cukrové řepy obsahuje podobně jako pšenice pouze jeden regresor. Tím je počet pracovníků v zemědělství. Jeho hodnota je poměrně nízká. Lze předpokládat, že v porovnání s předchozími i následujícími plodinami je sklizeň cukrovky technologicky odlišná, potřebuje totiž poměrně více operací, ať již jde o ořezávání chrástu, transport bulev na skládku, případně oklepávání a převoz ke zpracování. Při sklizni se používají zcela odlišné sklízecí stroje než pro jiné plodiny.³⁰

$R^2 = ,96919126$ Upravené $R^2 = ,94608470$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(6)	p-hodn.
Abs.člen			9165,716	1985,453	4,61644	0,003629
Počet pracovníků v zemědělství	-0,757050	0,266732	-53,921	18,998	-2,83825	0,029635

Tabulka 27: Model produkce cukrovky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Protože predikční model obsahuje pouze jednu proměnnou, je jeho spolehlivost nižší, přesto ale dosahuje hodnot přes 95%. Proto i předpokládané a reálné hodnoty jsou relativně podobné.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	2884,645	2732,964	151,681	-2,01115	0,40393	314,8086
2009	3038,220	3229,035	-190,815	-0,77970	-0,50815	172,8368
2010	3064,986	3482,463	-417,477	-0,15059	-1,11175	134,4733
2011	3898,887	3579,521	319,366	0,09035	0,85048	133,3818
2012	3868,829	3676,578	192,251	0,33129	0,51197	140,8443
2013	3743,772	3784,420	-40,648	0,59899	-0,10825	157,6513
2014	4424,619	3946,182	478,437	1,00056	1,27409	194,4041
2015	3421,035	3913,830	-492,795	0,92024	-1,31232	186,2402
Minimum	2884,645	2732,964	-492,795	-2,01115	-1,31232	133,3818
Maximum	4424,619	3946,182	478,437	1,00056	1,27409	314,8086
Průměr	3543,124	3543,124	0,000	0,00000	0,00000	179,3300
Medián	3582,403	3628,049	55,517	0,21082	0,14784	165,2440

Tabulka 28: Rezidua produkce cukrovky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

³⁰ <http://www.semce.cz/pruvodce.pdf>

4.3.3.4 Model produkce řepky

U tohoto modelu jsou součástí řešení tři regresory, spolehlivost dosahuje 80%. Nejdůležitějším faktorem je směnný kurz koruny na Euro. Většina produkce řepky se totiž dnes využívá jako doplněk pro výrobu motorové nafty, dále jako náhrada ropných produktů ve strojírenství, pro výrobu barev. Proto je vztah k možnému exportu pochopitelný. Řepka jako plodina patří k nejvíce náročným na podporu živin, ekologicky se prakticky nedá pěstovat. Proto i spotřeba hnojiv je důležitým faktorem. Z klimatických podmínek je zastoupena délka slunečního svitu.

$R^2 = ,80011422$ Upravené $R^2 = ,65019988$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(4)	p-hodn.
Abs.člen			223,3892	1570,906	0,14220	0,893794
CZK/EUR	0,264006	0,321197	46,3265	56,362	0,82194	0,457278
Minerální hnojiva (živiny)	0,580176	0,307975	7,2811	3,865	1,88384	0,132691
Délka sl. svitu	- 0,446196	0,257337	-0,6464	0,373	- 1,73390	0,157961

Tabulka 29: Model produkce řepky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Z pohledu hodnoty reziduí se odchylky pohybují maximálně do 10%. Model dosahuje přesnosti kolem 80%, což už je hodnota nižší.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	1048,943	1048,545	0,398	-0,88540	0,00348	69,98643
2009	1128,119	1111,889	16,230	-0,51856	0,14215	97,61174
2010	1042,418	1182,805	-140,387	-0,10786	- 1,22962	68,15305
2011	1046,071	976,612	69,459	-1,30200	0,60838	84,17077
2012	1109,137	1103,203	5,934	-0,56886	0,05197	68,64107
2013	1443,210	1375,031	68,179	1,00539	0,59717	87,01522
2014	1537,320	1441,248	96,072	1,38888	0,84148	77,42867
2015	1256,212	1372,098	-115,886	0,98840	- 1,01502	87,78065
Minimum	1042,418	976,612	-140,387	-1,30200	- 1,22962	68,15305
Maximum	1537,320	1441,248	96,072	1,38888	0,84148	97,61174
Průměr	1201,429	1201,429	0,000	0,00000	0,00000	80,09845
Medián	1118,628	1147,347	11,082	-0,31321	0,09706	80,79972

Tabulka 30: Rezidua produkce řepky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

4.3.3.5 Model produkce kukuřice nazeleno

Model vývoje kukuřice obsahuje čtyři regresory, statisticky významná je roční průměrná teplota. V numerickém vyjádření jsou ostatní regresory o desítky řádů nižší, nebudou tedy patřit mezi významné. Kukuřice je podobně jako řepka náročná na klimatické podmínky, zde je ale nutno vidět nejen problematiku růstu, ale i čas sklizně. K domu dochází v pozdějších měsících podle oblastí v září až říjnu. Nízké teploty souvisí i s vyšší vlhkostí půdy, což znesnadňuje pohyb sklízecích a transportních mechanismů.

$R^2 = ,90444849$ Upravené $R^2 = ,77704648$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(3)	p-hodn.
Abs.člen			32591,93	11511,06	2,83136	0,066116
Počet pracovníků v zemědělství	- 0,57896	0,523164	-96,36	87,07	- 1,10665	0,349211
Prům. roční teplota	1,15414	0,316519	1927,49	528,61	3,64634	0,035583
HDP	- 1,77885	0,636968	-10,41	3,73	- 2,79268	0,068267
Minerální hnojiva (živiny)	1,19021	0,836782	96,21	67,64	1,42236	0,250069

Tabulka 31: Model produkce kukuřice na zeleno (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

I přes to, že model obsahuje čtyři proměnné, jsou odchylky reálných a předpovídaných hodnot kolem 5%. Větší přesnosti nebylo bohužel dosaženo. Podrobné údaje obsahuje další tabulka.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	6143,805	5871,144	272,661	-1,25440	0,46442	562,1786
2009	6332,712	6940,794	-608,083	-0,34982	-1,0357	395,9276
2010	5901,650	5547,858	353,792	-1,52779	0,60261	548,6609
2011	7781,563	7883,650	-102,087	0,44754	- 0,17388	315,8045
2012	8328,239	8244,185	84,055	0,75243	0,14317	374,1140
2013	7635,367	7840,148	-204,781	0,41075	- 0,34880	468,0766
2014	9577,873	9037,216	540,657	1,42308	0,92090	442,2438
2015	7134,351	7470,565	-336,214	0,09820	-0,5726	543,3348
Minimum	5901,650	5547,858	-608,083	-1,52779	-1,0357	315,8045
Maximum	9577,873	9037,216	540,657	1,42308	0,92090	562,1786
Průměr	7354,445	7354,445	0,000	0,00000	0,00000	456,2926
Medián	7384,859	7655,356	-9,016	0,25447	- 0,01536	455,1602

Tabulka 32: Rezidua produkce kukuřice nazeleno (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

4.3.3.6 Model produkce skotu

Model produkce skotu dosahuje spolehlivosti 100%. Celkem je v něm obsaženo sedm proměnných, i když jejich numerické hodnoty jsou značně rozdílné. Významné jsou pouze dva regresory, jmenovitě počet pracovníků v zemědělství a směnný kurs Kč a Eura. Oba z nich jsou očekávané, bez pečovatelských ani sebemodernějších technologií neobejde, naopak lidské zdroje umožňují substituce kapitálu při rozumných výrobních nákladech. Směnný kurs má možné vysvětlení v exportu produkce. Zajímavý je vliv klimatických podmínek, zde jde o průměrnou teplotu. Její vliv je sice relativně zanedbatelný, je ale možné, že vyšší teploty přes zimní období mohou znamenat možné vyšší přírůstky a tím i vyšší produkci. Některé studie vliv teploty potvrzují, i když převážně na produkci mléka.³¹

$R^2=1$, upravené $R^2=1$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(0)	p-hodn.
Abs.člen			-19779			
Počet prac. v zemědělství	1,517783		1258			
CZK/EUR	0,731532		4119			
Délka sl. svitu	0,651907		30			
Průměrné roční srážky	0,483660		30			
HDP	0,360894		11			
Prům. roční teplota	0,092326		768			
Průměrná hr. měs. mzda v Kč	0,100829		0			

Tabulka 33: Model produkce skotu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Model dosahuje ve všech letech nulových hodnot reziduí, tedy reálné a predikované hodnoty se shodují.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	182652,4	182652,4	0,00	1,56723		0,00
2009	180912,3	180912,3	0,00	1,28630		0,00
2010	170586,1	170586,1	0,00	-0,38081		0,00
2011	170253,3	170253,3	0,00	-0,43454		0,00
2012	170830,1	170830,1	0,00	-0,34142		0,00
2013	164043,0	164043,0	0,00	-1,43716		0,00
2014	169588,1	169588,1	0,00	-0,54193		0,00
2015	174693,7	174693,7	0,00	0,28233		0,00
Minimum	164043,0	164043,0	0,00	-1,43716		0,00
Maximum	182652,4	182652,4	0,00	1,56723		0,00
Průměr	172944,9	172944,9	0,00	0,00000		0,00
Medián	170708,1	170708,1	0,00	-0,36112		0,00

Tabulka 34: Rezidua produkce skotu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

³¹ http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/21/21-vliv_prostredi_na_skot_logolink.pdf

4.3.3.7 Model produkce drůbeže

I u modelu produkce drůbeže je dosaženo spolehlivosti 100%, stejný jako u předchozího modelu je i počet proměnných. Vysvětlení nejvýznamnějších ukazatelů je identické z předchozím případem, pouze jak u počtu pracovníků tak i u směnného kurzu jsou numerické hodnoty podstatně větší než u modelu předchozího. I zde se ale ukazuje vliv klimatických podmínek, v tomto případě jsou zastoupeny všechny sledované veličiny. Nejvýznamnější je vliv teploty, srážky i sluneční svit hrají pouze zanedbatelnou roli. Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, dá se předpokládat, že vliv prostředí je pro zvířata zásadní. Nerozhoduje pouze teplota, ale i vlhkost a intenzita osvětlení. U drůbeže autorka nenalezla žádnou studii, která by tuto domněnku potvrzovala. Pokud byl ale vliv klimatických podmínek zásadní u chovu skotu, lze předpokládat, že u chovu drůbeže to bude stejné.

$R^2=1$, upravené $R^2=1$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(0)	p- hodn.
Abs.člen			-2510416			
Počet pracovníků v zemědělství	2,585895		11990			
CZK/EUR	0,720793		22697			
Průměrná hrubá měsíční mzda v Kč	1,913620		52			
HDP	-0,63751		-104			
Průměrné roční srážky	0,191540		66			
Prům. roční teplota	0,068935		3207			
Délka sl. svitu	0,015705		4			

Tabulka 35: Model produkce drůbeže (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Rezidua modelu jsou nulová, předpovědi a reálné hodnoty se shodují.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	317062,1	317062,1	0,00	1,82401		0,00
2009	296406,7	296406,7	0,00	1,22772		0,00
2010	241405,4	241405,4	0,00	-0,36007		0,00
2011	215789,1	215789,1	0,00	-1,09956		0,00
2012	239117,7	239117,7	0,00	-0,42611		0,00
2013	228398,5	228398,5	0,00	-0,73555		0,00
2014	243764,9	243764,9	0,00	-0,29195		0,00
2015	249080,8	249080,8	0,00	-0,13849		0,00
Minimum	215789,1	215789,1	0,00	-1,09956		0,00
Maximum	317062,1	317062,1	0,00	1,82401		0,00
Průměr	253878,2	253878,2	0,00	0,00000		0,00
Medián	242585,2	242585,2	0,00	-0,32601		0,00

Tabulka 36: Rezidua produkce drůbeže (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

4.3.3.8 Model produkce vajec

Oproti předchozím modelům živočišné produkce obsahuje model produkce vajec pouze dvě proměnné. Podobně jako u předchozích jde o počet pracovníků v zemědělství a směnný kurz Kč vůči Euru. Statisticky významný je právě počet pracovníků. Model dosahuje spolehlivosti předpovědi pouze kolem 75%. Vysvětlení významu a logiky použití těchto dvou regresorů je identické s předchozími modely.

$R^2 = ,74053590$ Upravené $R^2 = ,63675026$	b*	Sm.chyba (z b*)	b	Sm.chyba (z b)	t(5)	p-hodn.
Abs.člen			-855316	679299,7	-1,25911	0,263572
Počet pracovníků v zemědělství	1,023155	0,271103	10318	2734,1	3,77405	0,012969
CZK/EUR	0,592199	0,271103	40559	18567,4	2,18441	0,080664

Tabulka 37: Model produkce vajec (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

Rezidua modelu se pohybují opět kolem 5%, z pohledu použitelnosti jde o využitelný model. Podrobná data obsahuje tabulka.

	Pozorovaná (hodnota)	Předpovězená (hodnota)	Reziduum	Stand. (předpov.)	Stand. (Rezid.)	Sm.chyba (předpov.)
2008	1401818	1387295	14523,4	1,792214	0,31983	38333,04
2009	1335010	1353324	-18314,3	1,268273	-0,40331	28087,10
2010	1236826	1257982	-21156,1	-0,202236	-0,46590	18908,74
2011	1271931	1210856	61075,5	-0,929093	1,34499	30079,07
2012	1149508	1214873	-65365,4	-0,867122	-1,43946	24574,45
2013	1233466	1227941	5525,3	-0,665579	0,12168	19773,95
2014	1294452	1260216	34235,6	-0,167778	0,75393	30384,18
2015	1245744	1256268	-10523,9	-0,228679	-0,23175	27338,10
Minimum	1149508	1210856	-65365,4	-0,929093	-1,43946	18908,74
Maximum	1401818	1387295	61075,5	1,792214	1,34499	38333,04
Průměr	1271094	1271094	0,0	0,000000	0,00000	27184,83
Medián	1258837	1257125	-2499,3	-0,215458	-0,05504	27712,60

Tabulka 38: Rezidua produkce vajec (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)

5 Souhrn výsledků a diskuse

Modely, které byly vypočteny v předchozí části lze sumárně popsat následujícími aspekty:

1. Ani jeden model neobsahuje všechny proměnné, maximální počet proměnných je 7, minimální počet proměnných je jedna. Z toho lze usuzovat, že jednotlivé zkoumané zemědělské výstupy nejsou nijak homogenní. Přesto jde i z tohoto výsledku formulovat to, že počet proměnných u živočišné produkce je relativně podobný, respektive u produkce skotu a drůbeže je počet proměnných až na jednu výjimku identický. To je zřejmě dáno podobnou technologií produkce.
2. Rostlinná produkce vykazuje podstatné rozdíly. Ukazuje se zde společný vliv makroekonomických aspektů, jmenovitě jde o výkon ekonomiky a směnný kurz vůči Euru. Společnou proměnnou pro rostlinou a živočišnou produkci je počet pracovníků v zemědělství. Tento výsledek byl očekávaný, v jakékoliv produkční funkci nejde lidský faktor zcela nahradit, i když rozdílné výsledky ukazují, že pro různé zemědělské produkce substituce práce kapitálem je možná, ale v rozdílném poměru. Celkově je váha ukazatele stavu pracovníků v zemědělské produkci řádově mnohem nižší, než u produkce živočišné.
3. Vliv mzdových podmínek, konkrétně průměrné mzdy je zcela zanedbatelný. Objevil se pouze u produkce drůbeže, u ostatních zkoumaných produkcí nikoliv. Jeho numerická hodnota je zanedbatelná. V porovnání s produkcí jatečního skotu je produkce jateční drůbeže více náročná na objem lidské práce, proto je zde tento výsledek logický.
4. U rostlinné produkce se ukazuje, že vliv klimatických podmínek není nijak zásadní. U tohoto problému je nutno se krátce pozastavit. Prvním vysvětlením by mohlo být to, že předložená data nevěrně vystihují klimatické podmínky pro produkci. Samotný roční průměr teplot či srážek nemusí být dostatečně věrohodným ukazatelem. Na tuto skutečnost již bylo upozorňováno při tvorbě modelu. I když autorka odhlédne od tohoto aspektu, přesto výsledky ukazují, že pro plodiny ječmen, kukuřice, ozemina a řepka je vliv klimatických podmínek zaznamenán. Tyto plodiny lze tedy označit jako citlivější na teplotní a srážkové

podmínky než ostatní. Nejmarkantnější je tento vliv u kukuřice. Obecně tedy budou plodiny více a méně citlivé na klimatické podmínky.

5. Z technologických aspektů byl hodnocen pouze vliv hnojiv. Pouze dvě plodiny, konkrétně řepka a kukuřice nazeleno vykazují výskyt této proměnné ve finálním modelu. Stejně dvě plodiny ukazují i na vliv klimatických podmínek. Lze tedy formulovat, že jde o náročnější plodiny z pohledu výskytu dvou faktorů, které ovlivňují finální produkci.
6. Predikční spolehlivost se pohybuje od cca 40% do 100%. Modely s menším počtem proměnných jsou méně spolehlivé, tedy vykazují větší rozdíl mezi předikovanou a reálnou hodnotou. Tento problém může mít následující vysvětlení. Pokud ze zvolených proměnných byla vybrána pro tvorbu modelu právě jedna, zřejmě to ukazuje, že tento výsledek může být ovlivněn i existencí jiných faktorů, než postihuje zvolená datová základna. Řešením by tedy bylo rozšířit počet proměnných v původním modelu. To by ale znamenalo zcela novou tvorbu datové základny, tedy datová základna by musela být formulována samostatně pro každou zkoumanou produkci. Některé proměnné by byly shodné, jiné by byly zcela rozdílné. Tím by podstatně narostl objem jak analytické části, tak i výpočtové.
7. Vyhodnocované období bylo zvoleno osmileté. Je zřejmé, že podstatně delší období by přesnost modelu zlepšilo, jistě by se změnilo i kvantitativní vyhodnocení jednotlivých regresorů. Pro tento krok nebyly splněny podmínky homogenity prostředí. Hodnocení včetně 90. let minulého století by sebou přineslo podstatně větší variantnost ukazatelů. Prvním problematickým okruhem je samotná transformace zemědělských subjektů, druhým faktorem je vstup České republiky do Evropské unie. Naproti tomu zvolené období ukazuje v těchto aspektech stabilitu.

Celkové výsledky shrnuje následující tabulka. Jsou zde uvedeny jak numerické hodnoty jednotlivých parametrů proměnných, tak i výsledná přesnost modelu. Pro přehlednost a porovnání numerických hodnot jsou všechny výsledky zaokrouhleny na celá čísla.

	Pšenice	Ječmen	Cukrovka	Řepka	Kukuřice nazeleno	Skot	Drůbež	Vejce
HDP	2				-10	11	-104	
CZK/EUR		61		46		4119	22697	40559
Pracovníci v zemědělství		25	-53		-96	1258	11990	10318
Průměr. mzda							52	
Pr. teplota		224			1927	768	3207	
Pr. srážky						30	66	
Pr. slun. svit				-1		30	4	
Hnojiva				7.28	96			

Tabulka 39: Výsledné porovnání modelů (zdroj: vlastní zpracování)

6 Závěr

Formulace možných trendů vývoje patří mezi zcela běžné součásti manažerského rozhodování. Jsou tím co umožňuje formulovat nové strategické výzvy v řízení. Z pohledu rozsahu, komplikovanosti a obtížnosti patří tato část mezi problematické oblasti rozhodování. Literatura nabízí relativně velký počet metod, které lze při řešení tohoto okruhu problémů použít. Vždy je pouze na rozhodnutí řešitele, jakou metodu vybere a zda data, která jsou k dispozici, jsou pro tento postup řešení vhodná. Protože aplikace obecně správné metody za nevyhovujících podmínek nutně povede k nesprávnému, nebo pouze částečně správnému výsledku. A je právě ucelenou schopností manažera, aby tento způsob postupu byl schopen eliminovat.

Globálním cílem práce bylo identifikovat faktory, které zásadním způsobem ovlivňují výstupy českého zemědělství. Produkce byla definována v produkčních naturálních jednotkách, není pracováno s finančním vyjádřením produkce. Klíčové proměnné byly zvoleny z oblasti makroekonomických ukazatelů, demografických faktorů, klimatických podmínek a technologických faktorů. Pro řešení byla zvolena metoda vícefaktorové regrese, jako pomocný nástroj pro tvorbu datové základny byla použita analýza trendů. Jednotlivé kroky řešení respektují základní doporučení pro tvorby ekonometrických modelů. Pro zpracování byly využity statistické programy STATISTICA 12 a GRETL .

Vlastní diplomová práce se skládá ze čtyřech částí. První část je zaměřena na literární rešerši současně známých postupů řešení. Dále tato část sumarizuje základní aspekty vývoje zemědělství v České republice, definuje obecně známe modely produkčních funkcí. Zdrojem pro zpracování jsou domácí i anglicky psané monografie, dále původní vědecké stati s recenzovaných periodik.

Samostatná zpracovávaná část diplomové práce se skládá ze třech kapitol. V první, analytické části, je formulována datová základna pro budoucí modelování. Zde jsou definovány proměnné, jsou provedeny výpočty základních statistických charakteristik, provedena analýza lineárních trendů, komentovány případné neočekávané skutečnosti. Další část představuje vlastní tvorbu modelů vývoje. V prvním kroku je hodnocena stacionarita dat, dále je jejich normalita rozložení a posléze vlastní výpočet modelu.

Vstupní soubor dat zde byl redukován na výslednou matici 8 proměných produkce a 8 regresorů. Vypočtené modely se odlišují jak přesností predikce, tak i počtem jednotlivých regresorů.

V poslední části je provedeno kritické zhodnocení uvedených postupů a výsledků. Jsou formulována omezení, která byla pro tvorbu modelu použita a diskutována i možnost, případného alternativního vývoje. Jsou formulovány společné a odlišné parametry modelů vývoje. Zároveň tato část nastiňuje doporučení pro tvorbu podobných modelů.

Metodika řešení uvedená v předchozím textu se jeví jako obecně platná, jistě je ale ovlivněna řadou faktorů, které nejsou v práci obsaženy. Základním nedostatkem je existence více regresorů, než těch, které byly v práci obsaženy. Stěžejními z nich jsou hlavně klimatické podmínky prostředí, respektive nevyhovující roční hodnota ukazatele. Nahrazení např. měsíčními údaji by model více zpřesnilo. Tento krok by znamenal eliminaci ostatních regresorů, které jsou sledovány v ročních intervalech. I přes uvedené nedostatky práce přináší soubor faktorů, které zemědělskou produkci v České republice za uplynulých 8 let ovlivňovaly a lze předpokládat, že i v budoucnu ovlivňovat budou. Je pouze na rozhodnutí managementu, zda tyto faktory do svých rozhodování zahrne či nikoliv.

7 Seznam použitých zdrojů

1. ALLEN, Roy George Douglas. Macro-economic theory: a mathematical treatment. London, 1967.
2. BEČVÁŘOVÁ, V. *Agrární ekonomika a politika III*. [cit 12. 3. 2017] dostupné z: www.vuchs.cz/OPVpK/dokumenty. Becvarova-AEaP-š-prezentace. pdf, 2009.
3. CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2., upr. vyd. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.
4. COBB, Charles W.; DOUGLAS, Paul H. A theory of production. *The American Economic Review*, 1928, 18.1: 139-165.
5. COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S.; SUN, Jianmin. *Business research methods*. New York, 2003. ISBN 0072314516
6. JANČAROVÁ, Vlasta a Antonín ROSICKÝ. *Úvod do systémových věd: určeno pro posl. fak. informatiky a statistiky*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1992. ISBN 80-7079-734-7.
7. KLAUS Václav.: Úloha vědy a výzkumu v procesu ekonomického růstu, *Předpoklady rozvoje vědy a techniky 1975*, č. 5, str. 23 až 35
8. LUŇÁČEK, J.; HERALECKÝ, T. Model podnikové produkce při nedostatku těžiskové práce. *Scientia & Societas*, 2011, roč. 7, č. 1, s. 160-172. ISSN: 1801-7118
9. MÁCOVÁ, M. V čem je české zemědělství jiné. *Statistika a my 7-8*, Praha, 2014. ISSN 1804-7149
10. MANKIW, N. Gregory. *A quick refresher course in macroeconomics*. National Bureau of Economic Research, 1990. *Journal of Economic Literature*, 1990;28 (Dec) :1645-1660. Vol. 28, No. 4. Available at: <https://scholar.harvard.edu/mankiw/publications/quick-refresher-course-macroeconomics>
11. MIKOVCOVÁ, Hana. *Controlling v praxi*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-049-9.
12. NOVÁK, Petr. *Analýza panelových dat*. Acta Oeconomica Pragensia, Praha, 2007, 15.1: 71-78. ISSN 1211-4073

13. RABUŠIC, Ladislav. *Mnohonásobná lineární regrese*. Studijní materiály k předmětu SOC418 Analýza kategorizovaných dat, Brno, MUNI, 2004.
14. SOLOW, Robert M.. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*. : Oxford University Press, 1956, vol. 70, no. 1, p. 65-94, Available at: <http://www.jstor.org/stable/1884513>

8 Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Popis	Jednotka
$^{\circ}C$	Stupně Celsia	$^{\circ}C$
A	Intenzifikační koeficient produkční. funkce	-
a	Exponent produkční funkce - kapitál	-
b	Exponent produkční funkce – lidská práce	-
b_n	Regresor- program STATISTICA 12	-
Ca	Vápník	Dle podmínek
cov	Kovariance	-
ČSÚ	Český statistický úřad	-
e^{pt}	Technologický pokrok	-
H	Lidský kapitál	Dle podmínek
h	hodina	h
H^0	Nulová hypotéza	-
H^I	Alternativní hypotéza	-
ha	hektar	ha
HP	Horse power – koňská síla	hp
K	Kapitál	Dle podmínek
K	Draslík	Dle podmínek
kg	kilogram	kg
KPSS	Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin test	-
L	Lidská práce	Dle podmínek
mm	milimetr	mm
N	Dusík	Dle podmínek
P	Fosfor	Dle podmínek
Ph	kyselost	-
Q	Produkce	Dle podmínek
S	Půda	Dle podmínek
var	Rozptyl náhodné veličiny	-
VaV	Věda a výzkum	Dle podmínek
β	Regresor	-
δ	Jednotková změna	-

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Tvorba modelu (zdroj: Luňáček, 2006)	13
Obrázek 2: Vliv absolutního členu (zdroj: vlastní zpracování)	29
Obrázek 3: Shluková analýza rostlinné produkce (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	41
Obrázek 4: Produkce živočišná (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)	43
Obrázek 5: Shluková analýza klimatických podmínek (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	49
Obrázek 6: Shluková analýza demografických ukazatelů (zdroj: Vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	52
Obrázek 7: Shluková analýza VaV (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	55
Obrázek 8: Shluková analýza hnojiv (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	57

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Růst výkonu traktorů (zdroj: vlastní zpracování)	38
Tabulka 2: Rostlinná produkce v tis. t (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	40
Tabulka 3: Základní statistické charakteristiky (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)	40
Tabulka 4: Živočišná produkce (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	42
Tabulka 5: Základní statistické charakteristiky souboru (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	43
Tabulka 6: Makroekonomické ukazatele (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	45
Tabulka 7: Základní statistické ukazatele (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)	45
Tabulka 8: Klimatické podmínky (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	48
Tabulka 9: Statistické charakteristiky klimatických podmínek (zdroj: vlastní zpracování v STATISTICA 12)	48
Tabulka 10: Demografické ukazatele ČR (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	51
Tabulka 11: Statistické charakteristiky demografických parametrů (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	51
Tabulka 12: VaV ukazatele (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)	54
Tabulka 13: Spotřeba hnojiv (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	54
Tabulka 14: Statistické charakteristiky VaV (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	55
Tabulka 15: Statistické charakteristiky hnojiv (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)	57
Tabulka 16: Kendall Tau korelace rostlinné výroby (zdroj: vlastní zpracování STATISTICA 12)	60
Tabulka 17: Kendall Tau korelace živočišné produkce (zdroj: vlastní zpracování STATISTICA 12)	61
Tabulka 18: KPSS test kritické hodnoty (zdroj: software GRETL)	62
Tabulka 19: Stacionarita dat (zdroj: vlastní zpracování v GRETL)	63
Tabulka 20: Multikolinearita proměnných (zdroj: vlastní zpracování)	65
Tabulka 21: Multikolinerita ostatních proměnných (zdroj: vlastní zpracování)	66
Tabulka 22: Výsledná matice proměnných (zdroj: Vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	67
Tabulka 23: Model produkce pšenice (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	70
Tabulka 24: Rezidua produkce pšenice (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	70
Tabulka 25: Model produkce ječmenu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	71
Tabulka 26: Rezidua produkce ječmenu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	71
Tabulka 27: Model produkce cukrovky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	72
Tabulka 28: Rezidua produkce cukrovky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	72
Tabulka 29: Model produkce řepky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	73
Tabulka 30: Rezidua produkce řepky (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	73

Tabulka 31: Model produkce kukuřice na zeleno (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	74
Tabulka 32: Rezidua produkce kukuřice nazeleno (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	74
Tabulka 33: Model produkce skotu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	75
Tabulka 34: Rezidua produkce skotu (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	75
Tabulka 35: Model produkce drůbeže (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	76
Tabulka 36: Rezidua produkce drůbeže (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	76
Tabulka 37: Model produkce vajec (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	77
Tabulka 38: Rezidua produkce vajec (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	77
Tabulka 39: Výsledné porovnání modelů (zdroj: vlastní zpracování)	80

11 Seznam grafů

Graf 1: Trendová analýza pro rostlinou produkci	42
Graf 2: Trend růstu živočišné produkce (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	44
Graf 3: Trend růstu HDP (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	46
Graf 4: Trend růstu inflace (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	46
Graf 5: Trend růstu směného kurzu (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	47
Graf 6: Trend růstu vládních deficitů (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	47
Graf 7: Trend růstu teploty (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	50
Graf 8: Trend poklesu srážek (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	50
Graf 9: Trend délky slunečního svitu (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	50
Graf 10: Počet obyvatel a počet zaměstnanců v ČR (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	53
Graf 11: Počet zaměstnanců v zemědělství (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	53
Graf 12: Trend nárůstu průměrné mzdy (zdroj: vlastní zpracování dle ČSU)	53
Graf 13: Trendy počtu zaměstnanců VaV (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)	56
Graf 14: Trendy počtu subjektů, patentů, dovozu VaV (zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ)	56
Graf 15: Trendy použití hnojiv (zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ)	58
Graf 16: P- P graf (vlastní zpracování STATISTICA)	68
Graf 17: Kolgomorov - Smirnov test (zdroj: vlastní zpracování ve STATISTICA 12)	69